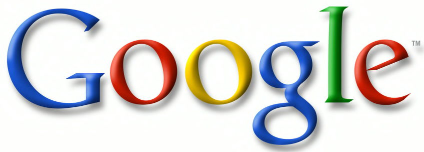


JOURNAL

DE LA

PHYSIOLOGIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION

DU

DOCTEUR BROWN-SÉQUARD

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. MARTIN-MAGRON, CH. MARTINS, CH. ROBIN, CH. ROUGET, P. BROCA,
L. OLLIER, A. CHAUVEAU, ET BALBIANI, Secrétaire de la rédaction.

TOME SIXIÈME

PARIS
VICTOR MASSON ET FILS
Place de l'École-de-Médecine

LEIPZIG, MÊME MAISON, POST-STRASSE, N° 15

1863

JOURNAL

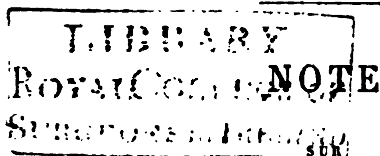
DE LA

PHYSIOLOGIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

I

MÉMOIRES ORIGINAUX



NOTE

SUR

LA MANIÈRE DE DÉTERMINER SI UNE MATIÈRE D'ORIGINE ORGANIQUE DOIT ÊTRE CONSIDÉRÉE COMME SUBSTANCE ORGANISÉE

PAR LE DOCTEUR

Charles ROBIN

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

La question dont l'examen fait le sujet de ce travail, est en pratique très-facile à résoudre, si avant d'observer les éléments anatomiques et les tissus, on a étudié les principes immédiats, en s'aidant du microscope toutes les fois qu'il en était besoin. Mais elle l'est beaucoup moins lorsque sans aucune notion expérimentale des procédés de la physique et de la chimie, on applique le microscope à l'étude des tissus animaux, et souvent à celle des tissus morbides avant de connaître leur état normal. Rien n'est plus instructif à cet égard, que de voir ceux qui considèrent le temps consacré aux questions de méthode comme

perdu, lutter contre des difficultés qu'ils se sont créées en négligeant ces données.

§ 1er. — *Différences entre la matière organisée et les cristaux qui en proviennent.*

Il arrive souvent que dans les humeurs, dans les glandes, dans les tumeurs d'origine glandulaire, dans les tissus où ont eu lieu des épanchements sanguins, etc., l'on trouve des cristaux.

La forme, la netteté des angles, les dimensions, la manière de réfracter la lumière, et au besoin les réactions chimiques, font facilement reconnaître qu'il s'agit là de *principes immédiats*, cristallisés isolément, à mesure qu'a eu lieu leur formation ou leur séparation de la matière organisée. Ce sont des corps d'origine organique, mais qui ne sont pas organisés. En déterminer la nature est souvent nécessaire ; ayant traité ce sujet ailleurs, je n'y reviendrai pas ici (1).

§ 2. — *Différences entre la matière organisée et les concrétions minérales d'origine organique.*

On trouve communément des concrétions ou de petits calculs dans l'arachnoïde et le bulbe dentaire, dans le sclérome cérébral, dans les tumeurs des glandes salivaires ou des régions parotidienne et sous-maxillaire, dans les glandes sébacées et d'autres glandes encore, dans certaines accumulations de matière pâteuse, blanchâtre ou jaunâtre, du psoas et d'autres muscles, dans quelques altérations du poumon, des reins, du placenta, dans diverses sortes de tumeurs fibreuses ou de membranes, dans le cristallin ou à la surface de sa capsule, etc. La forme arrondie ou ovoïde à contours bien dessinés, la disposition polyédrique à angles mousses ou nets, pourraient quelquefois faire supposer que ces concrétions sont des cellules. Mais leur grand pouvoir réfringent, les différences considérables de dimensions de l'une à l'autre, leur surface rugueuse, d'autres fois l'irrégularité de leur circonférence, des angles arrondis à côté d'autres très-nets, des anfractuosités jointes à une grande épaisseur de ces corpuscules, font souvent reconnaître déjà qu'il ne s'agit point là d'élé-

(1) Robin et Verdeil, *Chimie anatomique ou Traité des principes immédiats*. Paris, 1853. In-8, t. Ier, p. 349 et suiv.

ments anatomiques, lorsque l'on a un peu l'habitude d'observer ces derniers. Par la manière dont ils dissolvent ces corps, les réactifs permettent de voir si ces calculs sont composés principalement de phosphates, de carbonates, d'urates, d'oxalates, de *substances organiques*, etc. Ici encore, ces recherches reposent presque entièrement sur des notions de chimie d'une part, et sur la connaissance des principes immédiats en particulier d'autre part. Mais il arrive souvent, à quiconque a vu déjà un certain nombre d'espèces d'éléments anatomiques, de distinguer les concrétions microscopiques, simplement d'après ce qu'on appelle leur aspect général ; c'est-à-dire d'après ce fait que celles-ci offrent un certain volume, une variabilité de dimensions et de forme anguleuse ou non, associés à une absence complète de structure propre. On entend par là le manque de noyaux ou de granulations disposés avec cette fixité de distribution, les uns par rapport aux autres, qu'on observe dans les cellules par exemple; car ce n'est guère qu'aux éléments de cet ordre qu'on pourrait les comparer. Il peut arriver, au contraire, que ces petits calculs se reconnaissent facilement, parce qu'ils offrent un *noyau* central (mot pris dans le sens de noyau des calculs urinaires) avec des couches concentriques homogènes, qu'on ne rencontre pas dans les éléments anatomiques, avec cette disposition du moins. Enfin, lorsque ces calculs montrent des aiguilles cristallines ou des stries, indiquant la présence d'aiguilles soudées, et s'irradiant à partir du centre du calcul, venant même quelquefois hérisser la surface de celui-ci, il est facile de voir avant l'emploi des dissolvants, qu'on n'a point de la substance organisée sous les yeux. On reconnaît qu'il s'agit de principes immédiats, plus ou moins nombreux, réunis en concrétions, d'après de simples affinités chimiques, au moment de leur séparation d'une humeur ou d'un tissu, mais que leur union ne s'est point faite d'après les actes moléculaires qui caractérisent l'*assimilation* (1).

Voici déjà un assez grand nombre de corps solides, ayant une forme déterminée ou non, visibles seulement à l'aide du microscope, qui pourtant ne sont pas constitués par de la matière organisée. Il en existe pourtant un plus grand nombre, qui, sans être organisés ni vivants, prennent même quelque-

(1) *Traité des principes immédiats*, t. Ier, p. 200 à 233, et p. 348.

fois des configurations plus analogues encore à celles que présentent certains éléments anatomiques bien définis, uniquement par suite des conditions très-spéciales dans lesquelles se sont formés et déposés les principes qui les constituent.

§ 3. — *Différences entre la matière organisée et l'hématosine.*

On peut trouver l'hématosine en grains arrondis ou polyédriques à angles mousses entre les cellules adipeuses, les fibres lamineuses, les faisceaux musculaires, les parois des petits vaisseaux, dans les taches scorbutiques, etc. Ils sont d'un rouge foncé ou plutôt d'un brun rouge.

Ces granules d'hématosine se rencontrent non-seulement libres, mais ils peuvent se déposer dans l'épaisseur de certaines cellules, comme on le voit chez des individus bien portants, dans celles des plexus choroïdes, des tubes urinipares, etc. On observe, en outre, ce fait constamment dans les cellules épithéliales des canalicules respirateurs du poumon chez les individus morts de rétrécissements de l'orifice aortique ou auriculo-ventriculaire gauche et autour du foyer des apoplexies pulmonaires, etc. On en voit fréquemment dans les cellules d'un grand nombre de tumeurs épithéliales, dans les myéloplaxes, lorsque les tumeurs dont elles font partie sont compliquées d'épanchements sanguins. Des amas considérables de cette matière colorante demi-solide deviennent parfois le centre ou noyau de globes épidermiques. Ces granules peuvent être isolés ou contigus sur un seul point très-restreint des cellules, où ils les remplissent, les déforment, les distendent plus ou moins et les rendent souvent presque opaques. La matière colorante semble s'être introduite molécule à molécule dans les cellules, comme le fait souvent la graisse, et s'être réunie en granules polyédriques ou en gouttelettes arrondies prises pour des globules du sang par quelques auteurs.

Dans la plupart des circonstances dont il vient d'être question, les granules existent seuls, c'est-à-dire ne sont pas accompagnés de cristaux d'hématoïdine; mais quelquefois on observe ces derniers, surtout lorsque l'épanchement a été un peu abondant. On trouve normalement, et aussi dans un grand nombre de circonstances morbides, des grains d'hématosine dans l'épaisseur des parois d'un certain nombre des capil-

laires de l'encéphale, de la moelle, de l'épendyme et de la pie-mère. Ils peuvent atteindre jusqu'à 2 centièmes de millimètre, et sont isolés ou réunis plusieurs les uns à côté des autres. Ils ne sont jamais accompagnés de globules sanguins, et semblent provenir d'hématosine qui aurait exsudé au travers des parois propres des capillaires, et se serait déposée entre elles. La couleur de ces grains, leur volume, leur forme très-variée de l'un à l'autre, leurs contours arrondis, leur coloration propre, leur solubilité complète dans l'acide sulfurique ordinaire ou concentré sont autant de particularités qu'on ne rencontre dans aucune espèce d'élément anatomique. Il est facile de voir à leur homogénéité qu'ils n'ont pas de structure et qu'il est impossible de les prendre pour des cellules ou pour des noyaux.

§ 4. — *Différences entre la substance organisée et diverses concrétions organiques d'origine glandulaire.*

Dans le liquide exprimé par compression des tubes prostatiques et dans certaines tumeurs de la région thyréoïdienne, on trouve de petites concrétions depuis le volume de 1 ou 2 centièmes de millimètre, jusqu'à un quart ou un demi-millimètre et plus. Les plus petits de ces corps sont arrondis, les autres polyédriques à angles mousses ; tous sont à bords nets, réguliers. Mais leur situation, leurs variétés de forme et de volume font reconnaître déjà que ce ne sont point des éléments anatomiques.

Bien que leur composition immédiate ne soit pas encore connue, les réactifs montrent qu'ils sont principalement composés de substances azotées et sans analogie avec les isomères de la cellulose ou de l'amidon. Mais ils n'ont rien de la structure des cellules, seuls éléments desquels on pourrait les rapprocher. Beaucoup ont un noyau central, comme les calculs urinaires ou biliaires, avec des couches concentriques, qui sont souvent disposées avec une grande élégance, et qui les distinguent immédiatement de quelque ordre d'éléments anatomiques que ce soit. Il en est, surtout les plus petits, qui sont finement granuleux au centre, comme certaines cellules le sont dans toute leur étendue. Mais indépendamment de leurs réactions chimiques, un caractère facile à constater montre que ces corps sont de simples concrétions ou dépôts accidentels de principes

immédiats, unis chimiquement. Ce caractère consiste en ce que, par la pression des lames de verre, ces corps s'écrasent, éclatent en fragments ou se fendent à partir du centre. On reconnaît alors qu'ils sont solides, ou demi-solides, de même densité dans toute leur épaisseur, sans avoir rien de la structure des cellules ou autres éléments anatomiques. A l'aide d'autres réactifs on arrive aux mêmes conclusions lorsqu'il s'agit des corpuscules ou concrétions microscopiques des centres nerveux et de quelques productions morbides; corps dits *amyloïdes*, d'après une hypothèse contraire aux faits (Robin, 1855), car ce prétendu *amyloïde animal* est formé de principes azotés (Schmidt, 1859).

Parmi les concrétions qu'on pourrait regarder comme des parties formées de substance organisée, il faut ranger encore des corps incolores, remarquables par leur transparence et leur faible pouvoir réfringent, qu'on trouve dans les vésicules closes de la glande thyroïde à l'état normal, et surtout quand elle est hypertrophiée, dans celles de la rate et des ganglions lymphatiques malades, dans les petits kystes des glandes du corps et du col de l'utérus, et, d'une manière presque constante, dans le liquide des vésicules séminales, lorsqu'il y a séjourné longtemps. Ces corps sont arrondis, réguliers, ou à contour sinueux dans la thyroïde et les kystes de l'utérus; ils sont plus irréguliers, polyédriques à angles arrondis dans les ganglions lymphathiques et dans la rate; c'est dans les vésicules séminales que leurs formes sont le plus variées, et quelquefois ils y sont si nombreux, qu'ils se touchent et se soudent aux points de contact, de manière à former des masses comme perforées et aréolaires; là ils englobent quelques spermatozoïdes. Ils sont solides, mais friables, se brisent en petits fragments par la pression, après s'être un peu aplatis; leurs bords sont très-pâles, leur masse est homogène ou quelquefois parsemée de granulations moléculaires grisâtres. Leur composition est azotée, peu connue et probablement différente d'une région du corps à l'autre. Pour être fixé d'une manière précise sur la nature de ces concrétions, il serait nécessaire d'en connaître la composition immédiate, mais on peut déjà s'assurer que ces corps ne sont point constitués par de la substance organisée. Ils n'ont d'abord aucun des caractères des substances amorphes, et rien de la structure des cellules, les seuls éléments

anatomiques dont ces concrétions pourraient être rapprochées.

On ne prendra pas non plus pour de la substance organisée la matière colorante de la bile qui, mélangée à des substances azotées coagulables et à des traces de sels, forme des grains de forme et de volume très-divers qu'on trouve fréquemment dans les conduits biliaires, sur la configuration desquels ils se moulent souvent chez les sujets atteints de cirrhose, etc. Ils sont arrondis ou ovoïdes, ou polyédriques à angles mousses, d'un vert pâle, larges de 5 à 30 millièmes de millimètre ; dans les foies malades leur forme et leurs dimensions sont parfois les mêmes que les précédentes, mais le plus souvent cette matière colorante forme des concrétions cylindroïdes, irrégulières, quelquefois ramifiées. Leur couleur varie du jaune-orange foncé au jaune verdâtre.

La partie constituante qui prédomine dans le méconium et le caractérise essentiellement se compose de grains ou grumeaux de la matière colorante verte de la bile (*biliverdine* ou *bilifulvine*). Cette matière liquide mêlée intimement, molécule à molécule, au mucus ou sérum biliaire, se trouve ici à l'état solide ou demi-solide, en petits grains insolubles ou distincts, tandis que le mucus biliaire et intestinal qui les tient en suspension reste incolore. Ils sont maintenus agglutinés les uns aux autres par ce mucus, mais il est facile de les isoler.

Chez l'enfant et chez l'adulte, la biliverdine passe également de l'état liquide à l'état de granules solides ou demi-solides pendant la durée du trajet de la bile dans le duodenum et le jejunum. C'est sous cet état qu'on la découvre au delà et dans les matières fécales.

Ces granules ou grumeaux de matière colorante sont globuleux quelquefois, ovoïdes le plus souvent, ou polyédriques à angles mousses. On peut, d'un sujet à l'autre, les trouver la plupart polyédriques ou au contraire presque tous ovoïdes et arrondis. Ils sont remarquables par leur couleur d'un beau vert lorsqu'ils sont vus par la lumière transmise sous le microscope. Quelquefois ils offrent une teinte jaunâtre ou mieux jaune verdâtre. Pour être nettement constatée, cette couleur, qui est très-caractéristique en ce que nulle autre partie du corps ne la présente, doit être examinée à la lumière blanche des nuages. Vus à la lumière jaune-orange de la lampe, ils prennent une teinte violacée ou grise à reflets violets qui est moins caracté-

ristique. Le contour de ces grains ou grumeaux est net, plus pâle que le centre ; celui-ci est généralement homogène, quelquefois un peu granuleux.

Le diamètre de ces grains est de 5 à 30 et même de 40 millièmes de millimètre; la plupart ont de 10 à 20 millièmes. Ce seul caractère suffit pour empêcher de les confondre avec quelque variété des granules de la matière colorante verte des plantes que ce soit.

L'emploi de l'acide nitrique permet de constater, sur ces grains placés sous le microscope, les changements de couleur qu'il détermine dans la matière colorante de la bile.

La couleur verte, ou vert jaunâtre ou jaune-orange de ces grains examinés au microscope, à l'aide de la lumière transmise, et leurs réactions suffiront pour faire voir encore qu'il s'agit là de concrétions particulières formées principalement de biliverdine et non de substance organisée susceptible de se nourrir, se développer et se reproduire.

§ 5. *Différences entre la matière organisée et diverses concrétions sanguines.*

Certaines tumeurs sanguines ou hématiques, enkystées ou non, qu'on rencontre dans le bassin, la thyroïde, dans les ganglions lymphatiques, la rate, les capsules surrénales, à la jambe le long des varices, dans la tunique vaginale, comme suite d'hématocèles anciennes, renferment des corpuscules irréguliers qu'on pourrait confondre avec des éléments anatomiques. La substance de ces tumeurs est d'un brun grisâtre ou rougeâtre, quelquefois noirâtre au point de simuler du pigment mélanique. Elle est généralement friable, quelquefois comme pulpeuse; elle est composée en partie de fibrine avec ou sans hématies encore reconnaissables, ou presque en totalité des corpuscules dont il va être question. Ces corpuscules ont un diamètre qui de l'un à l'autre varie depuis 5 jusqu'à 35 et même 45 millièmes de millimètre; les plus nombreux ont de 12 à 20 millièmes. Ils sont polyédriques, souvent aplatis; presque toujours leurs angles et leurs bords sont arrondis. Ces formes, pas plus que les dimensions, n'ont rien de fixe, elles varient à l'infini; mais pourtant la manière dont leurs angles et leurs arêtes sont émoussés, jointe aux particularités

suivantes de couleur, donne à ces corps un aspect tout particulier. Sous le microscope, ils sont en effet d'un brun rouge ou d'un jaune rougeâtre foncé tout particulier; cette teinte est surtout manifeste dans les plus volumineux. On trouve en outre une particularité importante à noter, c'est que plusieurs corpuscules, les plus gros surtout, offrent dans leur épaisseur, particulièrement vers leur milieu, des granulations jaunâtres ou rougeâtres à centre brillant, à contour foncé. Cette particularité leur donne une apparence de structure spéciale. Mais on peut voir, en examinant différents points de la tumeur, que la masse de celle-ci offre par places de la fibrine encore reconnaissable à son état fibrillaire, et ailleurs déjà parvenue à l'état amorphe. On voit encore que les portions arrivées à ce dernier état, et plus ou moins granuleuses, se réduisent en fragments qui sont d'autant plus nets et d'autant mieux séparés des portions de fibrine encore à l'état amorphe, que l'on approche davantage des portions les plus centrales ou les plus friables de la tumeur. Il est facile ainsi de reconnaître qu'ils proviennent de fibrine altérée graduellement, et ayant retenu les globules sanguins dont la globuline et la matière colorante se sont modifiées en même temps. Cette dernière, en particulier, est plus ou moins abondante, selon les cas, et colore plus ou moins ces corpuscules, selon la quantité de cette matière fixée molécule à molécule à la fibrine altérée et amorphe. On trouve même quelquefois des grains d'hématosine mélangés à ces corpuscules.

Leur forme et leur volume extrêmement différents de l'un à l'autre, leurs contours arrondis, leur coloration brunâtre, ou d'un brun roussâtre, sont autant de particularités qu'on ne rencontre dans aucune espèce d'élément anatomique. Malgré leurs granulations, il est facile de voir qu'ils n'ont pas de structure propre ou autres particularités qui puissent les faire prendre pour des cellules ou des noyaux.

L'étude de ces corpuscules sur des tumeurs de plus en plus anciennes fait reconnaître aisément qu'il s'agit là de concrétions formées principalement de fibrine mélangée de matière colorante des globules, offrant une espèce particulière de modification consécutive à son passage à l'état amorphe, et nullement de substance organisée, susceptible de se nourrir, de se développer et de reproduire des parties semblables à elle.

§ 6. *Différences entre la matière organisée et les substances organiques coagulées.*

Longtemps des notions imparfaites sur les principes immédiats d'une part et sur les caractères essentiels de l'organisation ont laissé croire que celle-ci consistait essentiellement en quelque disposition mécanique ou physique, telle que l'intrication ou feutrage de parties uniformément ou diversement figurées. Cette imperfection de nos connaissances a conduit et conduit encore souvent à prendre pour de la matière organisée de simples principes immédiats, ceux particulièrement qui sont coagulables, tels que la fibrine surtout et l'albumine, la caséine, certains mucus, etc.

Rien de plus nettement et de plus élégamment fibrillaire que ces différents corps examinés au microscope après leur coagulation, soit spontanée comme dans le cas de la fibrine et de divers mucus concrets ou demi-concrets du nez, de la trachée, de l'intestin, etc., soit déterminée par divers agents physiques et chimiques comme dans le cas des autres substances coagulables.

Ces principes immédiats atteignent et dépassent souvent en netteté sous ce rapport divers tissus, tels que par exemple les faisceaux ou nappes des tissus lamineux et tendineux; il est certain qu'en prenant pour caractère essentiel de l'organisation l'état ou l'aspect fibrillaire, joint à une intrication de ces fibrilles ou à leur juxtaposition en bandes parallèles, droites ou onduleuses, rien ne peut faire plus d'illusion à cet égard, et souvent encore l'apparence est prise pour la réalité. Mais il est des conditions de savoir, en fait de connaissances chimiques ou relatives aux principes immédiats, qui, une fois remplies, comme elles doivent l'être nécessairement dès que l'on veut toucher à la substance organisée, rendent facile la solution de ces questions.

Tous ces principes immédiats, qu'ils se soient coagulés dans l'économie ou au dehors, spontanément ou sous l'influence d'agents extérieurs, pendant la vie ou sur le cadavre, offrent cette particularité que leur état strié ou leur aspect fibrillaire sont d'autant plus nets que leur coagulation est plus récente; mais à compter de quelques jours (ou de quelques heures, pour

certains d'entre eux) cette disposition fibrillaire perd de plus en plus de sa netteté et la substance passe graduellement à l'état amorphe, finement grenu, ou se réduit réellement en fines granulations lorsqu'elle n'est pas résorbée. Sur les masses de ce genre qui se sont produites par additions et épanchements successifs de principes immédiats, il est facile de constater que ce sont les parties les plus anciennes qui ont perdu le plus leur disposition fibrillaire, qu'en toutes circonstances elles jouent le rôle de corps étrangers, et tendent à se détruire physiquement ou chimiquement sans jamais être le siége d'une évolution organique.

Jamais, au contraire, la substance organisée ne débute lors de son apparition, en masses grandes ou petites, par un état nettement fibrillaire pour paser à l'état grenu et se résorber ou se dissocier; nous verrons dans un prochain travail qu'il n'est pas d'élément anatomique qui apparaisse sous forme fibrillaire allongée ou qui naisse sous forme de masses striées; ce n'est au contraire que lorsqu'ils sont plus ou moins éloignés de l'époque de leur apparition que, par suite de leur développement, certains d'entre eux prennent graduellement cette configuration et que les tissus qu'ils constituent acquièrent une texture par enchevêtrement de plus en plus prononcée.

La fibrine exsudée en fausses membranes à la surface des muqueuses ou coagulée en couches après épanchement graduel du sang, ou enfin coagulée dans les vaisseaux pendant la vie ou après la mort, renferme souvent des éléments anatomiques, tels que des leucocytes, des cellules et des noyaux d'épithélium, qu'elle entraîne et englobe lors de sa coagulation. Il en est de même des mucus concrets d'origines diverses. Il en résulte que ces masses peuvent ressembler à certains tissus en voie d'évolution, tant normaux que morbides, qui renferment des éléments ayant forme de cellules ou de noyaux libres et des fibres déjà développées, avec ou sans matière organisée amorphe interposée.

Mais il existe entre ces tissus et les masses de principes immédiats retenant physiquement dans leur épaisseur des éléments anatomiques figurés, des différences anatomiques capitales. D'une part, c'est que la fibrine est le seul d'entre eux qui offre un état fibrillaire réel, c'est-à-dire qui puisse être dissociée en fibres distinctes par la dilacération ou même se coaguler

sous forme de fibrilles entrecroisées, comme cela a lieu dans les vaisseaux capillaires après la mort et dans les humeurs où elle existe en petite quantité, par rapport à la masse du sérum, telles que celles des hydropisies péritonéale, péricardique, articulaire, etc... Souvent néanmoins elle se coagule dans des conditions telles, bien que mal déterminées, qu'elle constitue des masses simplement d'aspect fibrillaire, mais ne pouvant être dissociées que sous forme de lames ou de nappes striées, *fibroïdes* et non à l'état de fibrilles distinctes.

Quant aux mucus concrets ou demi-concrets ils ne sont pas séparables en fibres; ce ne sont jamais que des masses ou flocons striés parallèlement ou en divers sens. Ils se distinguent du reste de la fibrine et autres substances coagulables, par leurs réactions propres et en particulier par ce fait que l'acide acétique au lieu de les rendre homogènes, comme il le fait pour celle-là en la gonflant, les coagule et leur donne l'état strié lorsqu'ils ne l'offrent pas encore dans ces conditions, et il exagère cet état s'il existe déjà.

Ces réactions ne mettent jamais en évidence au sein de ces masses de principes immédiats coagulés des fibres de diverses espèces ni des vaisseaux capillaires, comme elles le font souvent dans les tissus en voie d'évolution, qui pourraient avoir quelque analogie extérieure avec les précédentes. En outre elles ont l'avantage de faire ressortir les caractères spécifiques des éléments ayant forme de cellule qu'ont englobé la fibrine en se coagulant ou les mucus concrétés, puis de les distinguer : 1° de ceux de même forme qui font partie constituante des tissus pouvant leur ressembler physiquement; 2° des tissus qui entourent souvent les masses fibrineuses ou qu'elles entraînent lorsqu'on les détache des organes où elles siégent.

Ainsi, au point de vue statique aussi bien que dynamiquement, la substance organisée ne saurait être confondue avec de simples principes immédiats, même pris parmi les substances coagulables; car non-seulement les caractères physiques et chimiques de celles-ci permettent de les distinguer les unes des autres, mais encore ces caractères une fois connus, il est facile de voir qu'ils sont différents de ceux que possèdent la substance organisée amorphe et les éléments anatomiques figurés.

§ 7. *Comment on reconnaît que les éléments anatomiques appelés substances amorphes sont organisés.*

Nous nous sommes borné jusqu'ici à indiquer comment on procède pour arriver à déterminer la nature de corps que plusieurs de leurs caractères physiques, et leur présence dans l'intimité des tissus, au sein desquels ils se sont formés, pourraient porter à considérer comme organisés, mais que leur analyse immédiate ou seulement leurs réactions et même quelques-uns de leurs caractères extérieurs font reconnaître comme corps bruts, malgré leur origine organique. L'importance de ce sujet ne saurait être mise en doute, car il est manifeste qu'on ne doit pas envisager ces corps-là au point de vue de leur origine, de leur rôle dans l'économie une fois qu'ils sont apparus, non plus que sous celui de leur mode de disparition ou d'élimination de la même manière que les corps qui se nourrissent, se développent et se reproduisent. Il faut actuellement examiner comment on constate qu'une substance placée dans les mêmes conditions que ces corps, ou dans laquelle ils sont plongés est réellement organisée.

Cette question ne présente de difficultés sérieuses que pour les matières amorphes soit demi-solides, comme celle de la substance grise du cerveau, de la moelle des os, de beaucoup de produits morbides; soit solide, comme celle des plaques calcaires incrustant les artères, les néomembranes de la plèvre, celles du péritoine, de certaines tumeurs, etc.

On reconnaît dans ces cas-là que l'on a affaire à de la substance organisée, soit d'une manière directe, soit indirectement.

A. On y parvient d'une manière directe, lorsqu'on trouve dans ces substances les caractères qui appartiennent à toute substance organisée en général, même amorphe (voir le travail qui a précédé celui-ci). Or, c'est par l'analyse immédiate, telle qu'elle a été décrite ailleurs (1), que l'on peut constater ces caractères.

B. D'une manière indirecte on y parvient différemment, selon que les matières amorphes sont liquides, comme les

(1) Voy. *Chimie anatomique ou Traité des principes immédiats*, Paris, 1853, in-8, t. I, p. 322 à 349.

plasmas et les blastèmes, demi-solides ou tout à fait solides.

a. Pour le cas des blastèmes, on en détermine indirectement la nature lorsqu'on voit la manière dont ils sont interposés aux fibres, aux cellules et autres éléments des tissus de l'adulte ou des embryons; lorsqu'on vient à constater la naissance d'éléments anatomiques figurés au sein du liquide, etc.

b. Pour les plasmas, on en reconnaît indirectement la nature lorsqu'on voit comment ils tiennent en suspension des cellules qui naissent au milieu d'eux, comment ils s'altèrent ou se modifient lorsque ces fluides s'altèrent, etc.

Mais l'analyse immédiate seule peut donner une certitude absolue à cet égard.

c. Pour les matières amorphes demi-solides, on en détermine indirectement la nature comme substance organisée, lorsqu'on les rencontre interposées à des éléments anatomiques figurés, tels que fibres ou cellules, qu'elles tiennent écartées en même temps qu'elles les unissent ensemble. Leurs réactions différentes de celles des corps bruts et analogues à celles que présentent, en général, les éléments anatomiques figurés, servent encore à cette détermination. Enfin, il faut, dans ces circonstances, prendre en considération leur mode de naissance et de développement, ainsi que le fait de leur nutrition lorsque ces phénomènes peuvent avoir été constatés.

d. Dans le cas des plaques incrustant les artères, etc., l'analyse immédiate peut plus facilement que dans le précédent aider à reconnaître la nature de ces substances amorphes solides, parce que la possibilité de les isoler complétement des parties molles permet de les analyser avec précision.

Mais déjà leurs fragments, traités sous le microscope par les acides chlorhydrique, acétique ou nitrique, laissent une trame formée de substances azotées, comme le feraient les os ou les dents, dont leur état amorphe ou irrégulièrement strié les distingue facilement. Cette trame est beaucoup plus abondante et offre un autre aspect que celle que peuvent laisser certains calculs microscopiques ou non. La manière dont sont dissous ces concrétions ou les sels terreux qui incrustent certaines fibres, telles que celles du cristallin, des ligaments élastiques, les cartilages ou les fibro-cartilages de diverses tumeurs, etc., permet de distinguer aisément ces incrustations de quelque élément anatomique que ce soit. Certaines de ces plaques dures,

sans avoir ni la composition immédiate des os, ni leur structure, offrent déjà une structure particulière que le microscope fait reconnaître, c'est-à-dire soit des cavités, soit des stries ayant un arrangement qui leur est propre, bien que moins net et variant plus d'un sujet à l'autre que dans les tissus normaux en général.

§ 8. *Comment on reconnaît que les éléments anatomiques figurés sont organisés.*

Quant aux éléments anatomiques figurés, leur forme, leurs réactions, et mieux encore leur structure, permettront d'en déterminer facilement la nature en tant que matière organisée, car parmi les corps bruts d'origine minérale ou organique, aucun ne réunit les caractères physico-chimiques et ceux dits de structure que présentent les éléments anatomiques. On peut donc conclure de cette structure à l'organisation, dans le cas même où l'on n'aurait pas eu recours à l'analyse immédiate. Cependant toutes les fois que cela est possible, il faut joindre à ces caractères ceux que fournit cette dernière. Il faut nécessairement en venir là lorsque dans certaines conditions particulières l'examen de la structure ne suffit pas.

Sous ce rapport il peut se présenter deux cas bien distincts :

1° Il peut se faire que la structure soit conservée dans certains éléments anatomiques sans qu'il y ait *organisation* réelle, sans qu'il y ait vie possible.

2° Il se peut que dans un élément figuré, la structure ait été détruite, soit impossible à trouver, bien que les caractères fondamentaux qui démontrent l'existence de l'organisation persistent pourtant.

A. *Structure sans organisation.* — On rencontre des éléments anatomiques dans lesquels les principes d'origine minérale prédominent, comme dans ceux des os, des dents et des tissus de beaucoup d'invertébrés; ici les substances organiques ou principes non cristallisables, telles que l'ostéine, etc., peuvent s'être décomposés sans que les autres aient disparu, sans que la forme, ni les dispositions de structure intime soient détruites. Des vestiges d'organisation persistent, par conséquent, sont conservés par la *structure* qui n'est pas détruite,

lorsque au fond elle n'existe plus, lorsque ce qui la caractérise essentiellement et permet la nutrition a disparu par la perte de certains principes immédiats essentiels.

Pour être certain qu'il y a encore réellement organisation, il faut donc recourir à l'analyse immédiate. Pourtant, et c'est là un fait important, de ce que la structure est conservée lors même que la composition immédiate correspondante a été changée, on peut conclure qu'il y a eu organisation proprement dite et vie. On peut même, d'après certaines particularités de structure de l'élément étudié, déterminer l'espèce d'animal dont il a fait partie.

Il y a plus, il peut se faire que tous les principes immédiats des éléments se soient décomposés lentement et aient été exactement remplacés molécule à molécule, à mesure qu'a eu lieu leur destruction, par des composés minéraux divers, siliceux, calcaires, etc., sans que la forme, le volume, les détails de structure aient été détruits. C'est là ce qui caractérise la *fossilisation* qu'on peut observer sur toutes les parties dures des animaux et sur tous les éléments anatomiques végétaux à peu près.

Dans ce cas, la composition immédiate de ces corps montre qu'il ne reste rien de la substance organisée, et empêche de croire à une organisation réelle, lorsque celle-ci n'existe plus; mais la structure se conserve au delà de celle-ci. La persistance de la structure démontre qu'il y a eu vie et organisation proprement dite, que les éléments anatomiques ou le tissu dont il s'agit ont appartenu à un être organisé et vivant, bien qu'il ne reste plus une molécule de la matière de celui-ci, de ses principes immédiats (1).

C'est, comme on le voit, sur ce fait d'anatomie élémentaire ou générale que reposent toutes les applications qui ont été faites du microscope à la détermination de la nature des tissus animaux

1. Le mode de *fossilisation* indiqué ci-dessus est celui qui est appelé *fossilisation par substitution*. Comme il s'opère lentement, on trouve des fossiles dans lesquels la totalité des principes immédiats propres au corps organisé n'a pas encore disparu, dans lesquels il reste même des traces de *substances organiques*. C'est à tort que dans beaucoup de *Traités de physique* on voit la fossilisation donnée comme preuve de la porosité des corps et due à une simple infiltration de composés minéraux par capillarité dans le tissu organisé dont les principes immédiats persisteraient avec simple suraddition en quelque sorte des corps d'origine minérale.

maux et végétaux fossiles et par suite à la détermination des espèces. C'est ce même principe qui sert de base à un grand nombre d'applications médico-légales ou autres.

La persistance de la forme et de la structure des éléments anatomiques, plus durable que celle des principes immédiats, lorsque ceux-ci ont été détruits lentement et remplacés molécule à molécule, est un des faits les plus importants de l'anatomie générale. Il montre très-nettement que l'*organisation* est autre chose que ce qui avait été admis jusqu'à présent, et que la définition qui en a été donnée dans le travail précédent doit remplacer celles qui, basées sur des notions incomplètes, ont été admises jusqu'à présent. Il montre très-nettement qu'indépendamment de la texture et de la structure des parties du corps, il y a encore autre chose dans ce qu'on nomme organisation, puisque dans les fossiles il n'y a pas trace de la matière de l'animal ou de la plante qui ont vécu, et que pourtant la structure des parties solides est mathématiquement conservée jusque dans ses moindres détails. On croit toucher un être qui a vécu, ce qui est organisé, et l'on n'a sous les yeux que la matière brute qui l'a remplacé molécule à molécule. Il faut donc de toute nécessité, en anatomie même appliquée, descendre jusqu'à l'examen du mode d'union moléculaire des principes immédiats, de leur nature et de leurs proportions, pour avoir une idée juste de la constitution de l'organisme qu'on veut connaître.

B. *Organisation sans structure.*— Nous avons vu qu'il se peut faire que la structure de certains éléments anatomiques soit devenue méconnaissable, par suite d'altérations morbides ou d'écrasement mécanique. Ce cas revient alors à celui de la détermination de la nature des substances amorphes, dont il a été question dans le § 6, c'est-à-dire à celui dans lequel l'organisation existe sans qu'il y ait structure ; dans lequel, en un mot, pour déterminer si un corps est organisé ou provient d'un être vivant, il devient plus important de connaître la composition immédiate de la matière dont il est formé que sa structure propre.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR LES

NERFS MOTEURS DE LA VESSIE

PAR

M. Joseph GIANNUZZI

Une des questions les plus obscures de la physiologie du système nerveux dont les expérimentateurs se sont le moins occupés jusqu'ici est sans contredit celle de la détermination des nerfs qui président aux contractions de la vessie. En effet, s'il est vrai que l'anatomie nous enseigne que des filets du grand sympathique et des rameaux provenant de la moelle épinière vont à la vessie, il n'existe, à ma connaissance, aucune démonstration physiologique du rôle que joue chacun de ces deux ordres de nerfs. Cependant plusieurs opinions ont été émises à ce sujet; c'est ainsi que quelques physiologistes ont prétendu que le col de la vessie seulement était animé par les nerfs rachidiens, tandis que le grand sympathique fournissait des filets au corps de cet organe (1). Dans ces derniers temps, Budge a fixé sur le lapin comme centre génito-spinal un point limité dans l'étendue de quelques millimètres et correspondant à la quatrième vertèbre lombaire. D'après le physiologiste allemand, ce centre présiderait aux contractions de la vessie, de la partie inférieure des intestins et des conduits déférents (2). Je me propose dans ce Mémoire de déterminer expérimentalement quels sont les nerfs moteurs de la vessie, et de rechercher s'il y a des nerfs moteurs spéciaux propres à chacune de ses parties.

(1) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, 1842.

(2) Ueber das Centrum genito-spinale des Nervus sympathicus. Virchow's *Archiv*, 1858. B. 15, p. 115-126.

Mes expériences ont été faites sur des chiens, mais avant d'en exposer les résultats, je crois important d'entrer dans quelques détails anatomiques indispensables pour bien comprendre la question.

Chez le chien, les nerfs qui vont à la vessie proviennent tous du plexus hypogastrique, qui est formé à son tour par le concours des nerfs rachidiens et du grand sympathique. Les premiers émanent ordinairement des troisième, quatrième et cinquième paires sacrées, par des filets qui se réunissent presque toujours pour former un seul cordon avant d'arriver sur la partie latérale du rectum; là, ce tronc s'accole à la paroi externe de cet organe pour se confondre avec le grand sympathique et former le plexus hypogastrique, lequel enfin fournit des filets nombreux au rectum, à la prostate, à la vessie, etc. Quant au grand sympathique qui entre dans la constitution de ce plexus, il dérive d'un ou de deux ganglions qui entourent comme un anneau l'artère mésentérique, et se trouvent en communication directe avec le grand sympathique latéral correspondant aux quatre premières vertèbres lombaires par autant de petits filets. Les ganglions mésentériques communiquent aussi par de petits filets avec le plexus cœliaque et avec les nerfs rénaux (1).

Outre ces nerfs, il y en a d'autres qui proviennent de la partie supérieure du grand sympathique sacré et qui, unis à quelques-uns des nerfs précédents, accompagnent les artères et les nerfs vésicaux.

Après avoir donné cet aperçu anatomique, passons aux faits expérimentaux.

Exp. I. — Sur un chien mâle, adulte et en état de digestion, j'ai fait une incision de 7 à 8 centimètres sur la ligne médiane, au-dessus du pubis, et j'ai attiré la vessie au dehors. Alors, enlevant avec soin toute la graisse et le tissu cellulaire qui couvrent les ligaments de la vessie et sa partie latérale, j'ai mis à découvert séparément les filets nerveux tant sympathiques que rachidiens, c'est-à-dire ceux qui vont directement au plexus hypogastrique et ceux qui ne s'y rendent qu'après avoir traversé les ganglions du grand sympathique. Après les avoir bien isolés, je les ai électrisés séparément avec un courant d'induction, et j'ai observé les faits suivants :

(1) Disons cependant que ces communications ne se font pas toujours de la même manière. Il faut noter ce fait avec soin, afin de se rendre bien compte des résultats fournis par l'expérimentation.

Quand on galvanisait les nerfs rachidiens, les contractions se faisaient au bas fond de la vessie, mais surtout et d'une manière plus marquée du côté correspondant aux nerfs excités. A l'œil on ne pouvait pas constater distinctement des contractions dans le corps de la vessie, néanmoins on réduisait cet organe à un volume très-petit lorsqu'on prolongeait quelque temps l'excitation.

J'ai obtenu les mêmes résultats par l'excitation des filets du grand sympathique. Mais, dans ce cas, les contractions de la vessie étaient accompagnées d'une très-forte douleur. Elles se manifestaient aussi plus lentement et avec moins d'intensité que celles qui étaient produites par l'excitation des nerfs rachidiens. Pour obtenir ces contractions avec le grand sympathique, j'ai eu toujours besoin d'un courant électrique plus fort, ce qui est du reste un caractère général de cet ordre de nerfs.

La différence qu'on observe entre l'excitation des nerfs rachidiens et celle des filets du grand sympathique ne porte donc pas sur la forme de la contraction de la vessie, ni sur le lieu où cette contraction se produit, mais sur le degré d'intensité de cette dernière et de l'excitation nécessaire pour la produire. En effet, les nerfs rachidiens ont besoin d'une excitation moins énergique, et produisent des contractions plus fortes et plus rapides, les nerfs sympathiques au contraire ont besoin pour agir d'une excitation plus intense, et donnent lieu à des contractions vésicales plus faibles et plus lentes.

Cette expérience, répétée avec les mêmes résultats sur plusieurs autres animaux, me porte à conclure que la volonté intervient dans l'émission de l'urine en agissant sur la vessie tout entière, et non pas seulement sur le col, comme on l'avait admis jusqu'ici. En effet, le volume de cet organe diminuait d'une façon non douteuse lorsqu'on excitait les nerfs qui viennent directement de l'axe cérébro-spinal et vont constituer le plexus hypogastrique. Cependant je ne veux pas nier que les muscles de l'abdomen ne concourent très-énergiquement par leur contraction à l'émission de l'urine.

Des points de la moelle qui réagissent sur la vessie. — J'ai cherché, à l'aide d'expériences nouvelles, à déterminer les parties de la moelle épinière qui président aux contractions de la vessie.

Pour obvier aux inconvénients qui se présentent dès qu'on fait une large ouverture au canal rachidien, j'ai jugé à propos de n'ouvrir la colonne vertébrale que dans une petite étendue chez les animaux soumis à mon expérimentation.

Exp. II. — Sur un chien adulte et en état de digestion, j'ai divisé la moelle épinière entre la première vertèbre lombaire et la dernière dorsale, après avoir enlevé préalablement la lame vertébrale correspondant à ce point. Puis, ayant ramené la vessie au dehors, comme dans l'expérience précédente, j'ai constaté que les filets du grand sympathique avaient perdu leur sensibilité, tandis que j'avais constamment vu cette sensibilité persister chez les animaux affaiblis par la souffrance ou narcotisés par l'opium, mais dont la moelle n'avait pas été coupée.

Exp. III. — Sur un autre chien, j'ai divisé la moelle entre la première et la seconde vertèbre lombaire, et j'ai obtenu les mêmes résultats que dans l'expérience précédente.

Ces faits m'ont porté à conclure que les filets du grand sympathique prenaient naissance au-dessous des points où la section avait été faite. Néanmoins je ne me suis pas contenté de ces expériences, et, en me faisant l'objection que la section de la moelle épinière pouvait suffire pour rendre les rameaux du grand sympathique insensibles, j'ai, sur deux autres chiens, piqué la moelle au niveau des quatre dernières vertèbres dorsales, et galvanisé les racines qui y prennent leur origine : dans ces conditions je n'ai pas observé de contractions dans la vessie. Il faut noter que, pour rendre sensibles les plus petites contractions de cet organe, j'ai mis un manomètre en communication avec sa cavité.

C'est ainsi que j'ai été conduit à limiter le champ de mes recherches sur la partie lombaire de la moelle, la seule selon moi qui aurait pu présider aux contractions de la vessie, et pour le vérifier j'ai fait les expériences suivantes :

Exp. IV. — Le 12 septembre, sur un chien adulte, mâle et en digestion, j'ai mis à découvert la moelle épinière dans une étendue correspondant aux 1re, 2e et 3e vertèbres lombaires, et pour rendre l'animal insensible, j'ai divisé la moelle entre la première vertèbre lombaire et la dernière dorsale. Cela fait, j'ai attiré au dehors la vessie que j'ai fait communiquer par une sonde avec un manomètre, et je l'ai distendue par une injection d'eau tiède. Puis, avec une aiguille à cataracte, j'ai piqué la moelle épinière en différents points, et j'ai observé les faits suivants :

1° Les piqûres faites sur l'espace compris entre les deux premières vertèbres lombaires ne déterminaient aucune contraction;

2° En piquant au-dessous de la deuxième vertèbre lombaire, les contractions étaient visiblement manifestes, et apparaissaient dès qu'on piquait la moelle épinière.

Pour voir si les contractions se propagent par le grand sympathique, j'ai, sur le même chien, coupé les filets qui viennent des ganglions mésen-

tériques, et ayant alors piqué la moelle, je n'ai plus obtenu de contractions dans la vessie. J'ai vérifié le même fait sur plusieurs autres animaux.

Pour que cette expérience réussisse avec certitude, il faut avoir le soin de couper aussi les nerfs qui naissent des mêmes ganglions et du grand sympathique latéral de la partie supérieure de la région sacrée, et qui accompagnent les artères et les veines vésicales. Ces filets, qui sont quelquefois nombreux et volumineux, peuvent également réagir sur la vessie par leur jonction avec la moelle.

EXP. V. — Le 18 septembre, sur un chien adulte, mâle et en état de digestion, j'ai mis à découvert la moelle épinière depuis la troisième vertèbre lombaire jusqu'à la moitié de la sixième. La vessie ayant été extraite et munie d'un manomètre comme dans l'expérience précédente, et la section de la moelle faite au niveau de la troisième vertèbre, j'ai piqué le cordon médullaire en procédant de haut en bas. Voici ce que j'ai observé :

1° Des contractions plus marquées que celles obtenues dans l'expérience précédente ont apparu seulement lorsqu'on venait à piquer la partie de la moelle correspondant à la cinquième vertèbre lombaire, et surtout à ses deux tiers postérieurs.

2° J'ai obtenu, au commencement de l'expérience, des contractions dans la vessie en piquant la région de la moelle correspondant à la partie postérieure de la troisième vertèbre lombaire.

D'après ces expériences, qui ont été répétées plusieurs fois, on peut conclure qu'il y a dans la moelle épinière deux points qui président aux contractions de la vessie : le premier serait placé au niveau de la troisième vertèbre lombaire, et le second, plus important, au niveau de la cinquième. Néanmoins on ne peut pas fixer mathématiquement ces points, et je ne veux pas nier que les parties voisines de la moelle lombaire ne puissent avoir aussi quelque influence sur les contractions de la vessie. En effet, sur certains animaux j'ai obtenu aussi des contractions en excitant d'autres parties de la moelle lombaire, mais ces contractions étaient toujours plus intenses au niveau des deux points qui viennent d'être indiqués.

DES NERFS PAR LESQUELS LA MOELLE ÉPINIÈRE RÉAGIT SUR LA VESSIE. — Après avoir ainsi fixé les origines de l'action que la moelle épinière exerce sur la vessie, voyons si cette action est transmise par des nerfs différents.

Dans une des expériences rapportées plus haut (Exp. IV), j'avais observé que le point de la moelle épinière correspon-

dant à la troisième vertèbre lombaire agissait par son excitation sur la vessie, et que cette action disparaissait quand on coupait les filets du grand sympathique provenant des ganglions mésentériques. Cette expérience, qui a été répétée plusieurs fois, démontre clairement que l'action exercée sur la vessie par le point de la moelle placé au niveau de la troisième vertèbre lombaire se transmet par des filets du grand sympathique, c'est-à-dire par des nerfs rachidiens, qui, avant d'aller constituer le plexus hypogastrique, ont traversé le grand sympathique latéral et les ganglions mésentériques, en acquérant ainsi des propriétés différentes de celles des nerfs qui vont former directement ce plexus et se rendre ensuite à la vessie.

Pour démontrer que le point placé au niveau de la cinquième vertèbre lombaire transmet son action par des nerfs rachidiens, j'ai fait l'expérience suivante :

Exp. VI. — Sur un chien très-vigoureux, j'ai enlevé une partie de la troisième, de la quatrième et de la cinquième vertèbre lombaire, et après avoir préparé la vessie comme à l'ordinaire, j'ai piqué la moelle en différents endroits, et j'ai obtenu des contractions à la suite des piqûres sur les parties correspondant à la cinquième et à la troisième vertèbre. Ayant fait ensuite la section des nerfs rachidiens provenant des paires sacrées, les piqûres faites au niveau de la cinquième vertèbre n'étaient plus suivies d'aucune contraction.

Cette expérience prouve donc que l'action exercée par la partie de la moelle épinière placée au niveau de la cinquième vertèbre lombaire est transmise par les filets rachidiens.

Dans toutes mes expériences je me suis servi d'animaux vigoureux et peu excitables, car j'ai observé qu'en agissant sur des animaux trop affaiblis par le jeûne ou par des hémorrhagies, le pincement de la moelle épinière dans toute son étendue ne provoquait aucune contraction dans la vessie. Quand au contraire les animaux sont très-sensibles, ils font trop de mouvements et on ne peut pas bien constater les faits.

Un phénomène que j'ai observé dans ces expériences, c'est que les contractions qu'on produisait dans la vessie quand on pinçait la moelle disparaissaient avant celles qui se montraient dans les muscles de la vie animale. On obtenait le même résultat par la galvanisation des racines qui se rendent à la fois dans les muscles de la vie de relation et dans la vessie. Ce fait

prouverait-il que les nerfs, quoique ayant la même origine dans la moelle, sont doués de propriétés différentes suivant l'organe auquel ils se rendent?

Je me suis servi, dans mes expériences sur la moelle, de l'excitation mécanique et non de l'électricité, et cela pour plusieurs raisons : d'abord, afin de limiter le plus possible le point d'excitation, ensuite parce que j'étais obligé d'aller exciter profondément la moelle, car lorsque je me servais des courants électriques pour exciter sa partie superficielle, je n'obtenais aucun résultat. Celui-ci se manifestait cependant lorsque j'employais un courant très-fort, mais alors l'animal était pris de convulsions qui m'empêchaient d'observer les phénomènes produits.

En résumant ce que je me suis efforcé de démontrer par les expériences précédentes, je dirai :

1° Qu'il y a deux espèces de nerfs différents qui vont à la vessie : les uns proviennent de la moelle épinière ; ils vont directement constituer le plexus hypogastrique, pour se rendre ensuite à la vessie. Les autres, qui prennent aussi leur origine dans la moelle épinière, traversent, avant d'aller au plexus hypogastrique, le grand sympathique latéral et les ganglions mésentériques ;

2° Que la différence qu'on observe entre l'excitation de ces deux espèces de nerfs ne porte pas sur la forme ni sur le lieu de la contraction, mais bien sur l'intensité et la rapidité de cette contraction, car, tandis que les nerfs qui se rendent directement de la moelle à la vessie déterminent une contraction rapide et énergique, les nerfs rachidiens qui ne se rendent à la vessie qu'après s'être unis au grand sympathique, ne présentent qu'une action lente et faible, et il faut pour obtenir la contraction une excitation plus forte ;

3° Qu'en irritant toute la région lombaire de la moelle épinière on produit sur quelques animaux des contractions dans la vessie ;

4° Que, dans tous les cas, il y a dans cette région deux points principaux qui président aux contractions de la vessie : l'un correspondant à la troisième, l'autre à la cinquième vertèbre lombaire ;

5° Que le point correspondant à la troisième vertèbre lombaire transmet ses effets par les filets qui passent préalable-

ment par les ganglions mésentériques avant d'aller constituer le plexus hypogastrique, de sorte que, après la section de ces filets, les irritations portées sur la moelle au niveau de cette troisième vertèbre lombaire ne donnent plus lieu aux contractions de la vessie;

6° Que le point de la moelle placé vis-à-vis de la cinquième vertèbre lombaire transmet son action par des filets sacrés qui viennent directement former le plexus hypogastrique.

Les expériences dont les résultats sont consignés dans ce mémoire ont été exécutées dans le laboratoire de M. le professeur Claude Bernard, mon illustre maître. Je ne veux pas terminer ces lignes sans le remercier de son obligeance et de ses précieux conseils, qui m'ont beaucoup facilité l'achèvement de ce travail.

RECHERCHES

SUR LES

ALTÉRATIONS DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

DES TISSUS ORGANISÉS

SOUS L'INFLUENCE DE QUELQUES POISONS

PAR MM.

Auguste OLLIVIER et Georges BERGERON

INTRODUCTION.

I

Il y a des poisons qui tuent presque instantanément. La mort est alors trop rapide pour qu'on puisse saisir dans les derniers moments qui la précèdent aucun de ces troubles profonds qui ordinairement peuvent la faire prévoir ou permettent de l'expliquer. Il en est d'autres dont l'action plus lente

devient par cela même plus saisissable, et se traduit par des altérations anatomiques et des désordres fonctionnels faciles à constater. Mais alors même que les poisons ne laissent après eux aucune trace matérielle de leur passage, cependant il est impossible que la vie soit si brusquement anéantie sans que l'organisme ne soit profondément troublé. Il est probable que cette altération porte sur les éléments anatomiques des tissus et surtout sur la partie vivante du sang, sur les globules, qui sont immédiatement altérés par leur contact avec le poison, lorsque, après avoir été absorbé, celui-ci parcourt les vaisseaux. On peut ainsi se rendre compte de la rapidité avec laquelle se généralise l'action d'un poison, par suite de la vitesse de la circulation des globules dans les vaisseaux, et l'on s'explique le degré de l'action toxique par l'influence que les globules du sang exercent sur tous ces phénomènes intimes de recomposition et de décomposition des tissus élémentaires, phénomènes essentiels de la vie organique, et qui ne peuvent être suspendus sans que la vie s'arrête avec eux.

II

Il y a deux manières d'envisager le sujet que nous nous proposons de traiter : l'une, qui consiste à étudier sur chacun des éléments anatomiques essentiels l'action d'un certain nombre de poisons ; l'autre, à prendre isolément chaque poison, à étudier les conditions de son action et à voir sur un même animal empoisonné toutes les altérations que peuvent présenter les divers éléments des tissus. Cette seconde marche nous semble préférable à la première ; elle donne à la description plus d'ensemble et de clarté et permet de saisir plus facilement, à propos d'un même poison, toutes les altérations qu'il amène après lui.

III

Nous avons fait des expériences en empoisonnant diverses espèces d'animaux avec des quantités de poison comparables, et, pour rendre ces observations plus précises et plus complètes, nous avons recherché avec le plus grand soin, jusque dans les cellules d'épithélium, les globules du sang, les fibres élémentaires des muscles, les tubes et les cellules nerveuses, les traces

d'altérations que les désordres fonctionnels observés pendant la vie pouvaient faire prévoir, mais qu'une simple autopsie cadavérique était impuissante à démontrer. Nous déclarons ici n'avoir point voulu faire de recherches de toxicologie, car la toxicologie est un ensemble d'observations cliniques et d'autopsies, d'analyses chimiques et d'expériences sur les animaux, faites dans le but unique d'éclairer le médecin légiste dans la recherche et la détermination d'un poison.

Pour nous, le poison est un instrument qui nous a servi, comme sert le scalpel au vivisecteur, à isoler, à couper et à détruire certains organes et à déterminer par les troubles qui suivent cette opération, quel est le rôle de l'organe détruit dans l'équilibre régulier des fonctions vitales que sa suppression est venue renverser.

IV

Les poisons peuvent être absorbés par les voies digestives, par le poumon et par la peau. Il en est qui n'agissent que lorsqu'ils se mêlent au sang, soit directement, soit par l'intermédiaire de la lymphe.

Le poison mêlé au sang parcourt avec lui le trajet des veines qui le séparent du cœur, traverse les poumons, revient au cœur, et, dans son passage au travers des capillaires, est en contact immédiat avec des organes complexes dont les altérations seront d'autant plus redoutables et plus profondes qu'elles auront pour siége et pour point de départ les éléments mêmes qui les constituent.

Mais il y a des poisons qui peuvent agir sans être réellement absorbés. Appliqués localement à la surface de la peau ou des muqueuses, sur un muscle dénudé, ou injectés dans le tissu cellulaire sous-cutané, ils s'infiltrent et pénètrent ainsi par imbibition et non par absorption jusqu'aux organes sur lesquels s'exerce leur action. Si, pour qu'il y ait empoisonnement, il faut de toute nécessité que le poison, se mêlant au sang, agisse, porté au loin dans les vaisseaux et par l'intermédiaire du sang sur les éléments anatomiques des organes, plusieurs des substances réputées poisons ne doivent plus être désignées sous ce nom. Il vaut mieux appeler poison tout corps organique ou inorganique qui, par son contact direct avec les voies d'absorption

naturelles, amène dans l'organisme des troubles plus ou moins profonds, lesquels sont la réaction physiologique de ce corps, et le caractérisent au même titre que ses autres propriétés.

Admettre ces réserves nous semble juste; mais refuser aux corps qui empoisonnent sans se mêler au sang le nom de poison, ce serait nécessiter d'autres noms qu'il faudrait créer, et cela ôterait à la clarté indispensable à l'exposition d'observations et d'expériences qui offrent tant de difficultés lorsqu'il s'agit de les reproduire et surtout de les interpréter (1).

V

En ne nous plaçant qu'au point de vue des altérations que font éprouver aux éléments anatomiques les divers poisons, nous ne ferons pas l'histoire de toutes les substances toxiques. Un pareil travail est trop au-dessus de nos forces; il exige des vues d'ensemble et des généralisations élevées qui doivent suivre les expériences et non les précéder ou les préparer. En étudiant successivement tel ou tel ensemble de poisons nous chercherons à en faire des groupes naturels, de façon que tous les poisons d'un même groupe aient des propriétés qui permettent de les caractériser, mais dont quelque-unes leur soient communes avec celles des corps dont ils sont les dérivés naturels. Parmi les propriétés d'une série naturelle de poisons, les propriétés physiologiques, c'est-à-dire les réactions de ces corps sur les organismes vivants ne sont pas sans importance, ni sans intérêt au double point de vue de l'histoire naturelle des poisons et de la physiologie générale.

PREMIÈRE SÉRIE.

SÉRIE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE. — SULFOCYANURE DE POTASSIUM. — CYANURE DE POTASSIUM. — CYANURE DE MERCURE. — ACIDE CYANHYDRIQUE.

Parmi les recherches faites sur l'acide cyanhydrique et ses dérivés, les unes ont pour objet l'histoire médico-légale et thé-

1. Parmi les poisons qui agissent par infiltration, nous citerons en première ligne la cyclamine. Dans un mémoire présenté au mois de juin 1860 à la Société de biologie, M. Vulpian montra le premier que l'action de ce poison est toute locale. Ses recherches et les bienveillants conseils de l'auteur nous ont mis à même, ainsi qu'on le verra plus loin, de vérifier, à propos du sulfocyanure de potassium, l'exactitude de ses vues générales.

rapeutique, les autres en petit nombre, les propriétés physiologiques de ces poisons (1).

A propos des dérivés de l'acide cyanhydrique nous ne ferons que mentionner le mémoire d'Orfila (2) sur le cyanure de potassium.

Ollivier (d'Angers) (3), étudiant le cyanure de mercure, attribue l'empoisonnement à une action toute spéciale du cyanure sur le système nerveux cérébro-spinal. « Tout porte à penser, dit-il, que le poison affaiblit directement la force contractile et l'irritabilité du muscle. » C'était là une hypothèse qui ne pouvait devenir un fait important qu'après avoir été réalisée par l'expérimentation. Dans l'empoisonnement par le cyanure de mercure, suivant Ollivier (d'Angers) la mort est due au ralentissement graduel des battements du cœur.

M. Cl. Bernard (4) a signalé l'action toute spéciale du sulfocyanure de potassium sur la contractilité musculaire, mais il n'a pas démontré qu'en même temps que disparaissait la contractilité dans un muscle, il y avait une altération constante des fibres élémentaires de ce muscle.

Les observateurs dont il nous reste à parler se sont exclusivement occupés de l'acide cyanhydrique.

Coze (5) prétend que cet acide est sans action sur le système nerveux et que la mort survient à la suite de l'arrêt des battements du cœur. Pour Meyer (6), l'acide cyanhydrique agit localement sur les nerfs, détruit partout la sensibilité et le mouvement, suspend les battements du cœur et coagule le sang dans le cœur et les gros vaisseaux.

M. Bonnefin (7), dans des expériences faites sous la direction de M. Brown-Séquard, a étudié surtout l'action convulsivante de l'acide cyanhydrique. Il admet que « les convulsions, causées par l'acide cyanhydrique proviennent d'une action

1. Nous aurions pu faire suivre l'introduction d'une bibliographie des principaux travaux de toxicologie physiologique qui ont été faits jusqu'ici. Mais nous préférons, à propos de chaque groupe ou série naturelle, donner un historique spécial et par cela même plus complet.

2. Mémoire sur le cyanure de potassium, *Gaz. méd.*, t. XX, 1843, p. 349.

3. *Archives génér. de méd.*, 1re série, t. IX, p. 99.

4. *Leçons sur les substances toxiques et médicamenteuses*, 1857, p. 358.

5. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1849, p. 780.

6. *Arch. für physiologische Heilkunde* de Roser et Wunderlich, 1843.

7. *Thèse de Paris*, 1851.

exercée par ce poison sur les diverses parties du centre cérébro-rachidien, capable de donner lieu à des mouvements quand on les excite. »

Lonsdale (1) a fait trois séries d'expériences avec l'acide médicinale d'Angleterre, à 3 1/2 pour cent d'acide anhydre, à 12 pour cent, et enfin avec l'acide anhydre. Il a vu ainsi que le poison concentré suspend presque immédiatement les battements du cœur, mais qu'à doses moins fortes ceux-ci sont ralentis et non suspendus. Il admet que le poison ne tue pas en arrêtant les battements du cœur et insiste sur les mouvements convulsifs et les embarras de la respiration, qui en peu d'instants se ralentit, puis cesse complétement.

Nunneley (2) regarde la mort dans le cas d'empoisonnement par l'acide cyanhydrique comme produite par la contraction persistante du cœur. Il a observé les convulsions et les paralysies des sphincters avec évacuation involontaire. Mais d'après lui, l'arrêt du cœur qui survient au début n'est jamais consécutif à la suspension de la respiration. Cet auteur ne reconnaît pas d'altérations histologiques bien définies dans le sang et admet une dissolution de la fibrine. Il a reconnu que l'acide cyanhydrique est un poison violent pour tous les animaux, mais que son action est moins active sur les reptiles que sur les mammifères et les oiseaux.

Kölliker (3) n'a fait d'expériences que sur des grenouilles; il a trouvé que le poison agit d'abord sur le cerveau en le paralysant, puis sur la moelle en supprimant d'abord l'action réflexe, assertion absolument opposée à celle de Nunneley, qui admet au contraire que les mouvements réflexes, en pareil cas, sont les derniers à disparaître. Après avoir détruit l'action réflexe de la moelle, le poison agirait sur les nerfs moteurs du centre à la périphérie. Kölliker mentionne encore la suspension des battements du cœur, la disparition de l'irritabilité dans les muscles volontaires et leur roideur; mais cette rigidité n'aurait pas lieu lorsque le poison agit localement sur le muscle dénudé. Cet auteur admet aussi qu'un nerf moteur sur lequel on répand de l'acide cyanhydrique cesse d'être excitable, et il termine en

1. *The Edinburgh Medical and Surgical Journal*, 1839.
2. *Hydrocyanic Acid upon Animal Life*, 1847.
3. *Arch. für pathologische Anatomie und Physiologie*, 1858.

disant que toutes les expériences de toxicologie physiologique qu'il a faites en si grand nombre lui ont montré que les divers poisons attaquaient de préférence certains organes, qu'ils se mêlent au sang, mais sans l'altérer ni dans ses éléments anatomiques ni dans ses propriétés physiologiques. Pour lui, il n'existe pas de véritable poison du sang, ni même de poison musculaire, c'est-à-dire détruisant l'irritabilité dans le muscle, sans altération nerveuse primitive. Les poisons n'agiraient que par l'intermédiaire de la circulation dans les vaisseaux et la rapidité d'action extraordinaire de certains poisons s'expliquerait facilement par la vitesse de la circulation.

EXPÉRIENCES.

Dans une première partie nous ne relaterons qu'un petit nombre d'observations qui, par la netteté des résultats qu'elles nous ont donnés, nous ont paru mériter d'être choisies comme types parmi toutes celles qu'il nous a été nécessaire de faire pour arriver à des résultats constants.

Dans la seconde partie, nous exposerons ces résultats, en insistant sur tout ce que les altérations des éléments anatomiques nous auront appris de précis sur la nature des accidents qui précèdent la mort et sur la manière dont celle-ci survient.

A. Sulfocyanure de potassium.

Exp. I. On fit avaler à un cochon d'Inde 3 grammes de sulfocyanure de potassium dans 8 ou 10 grammes d'eau. On observa l'animal pendant plus de deux heures : il s'était blotti dans un coin et refusait tout aliment ; du reste, il ne paraissait pas avoir souffert de l'action du poison. On abandonna l'expérience, croyant que le poison n'avait point été absorbé ; mais cinq heures après l'ingestion du poison, l'animal mourut. La contractilité des muscles disparut peu de temps après la mort : elle s'était déjà notablement affaiblie dans les quelques moments qui l'ont précédée.

Cette expérience peut servir à démontrer un fait contesté ; à savoir : l'empoisonnement par l'absorption intestinale du sulfocyanure de potassium ; mais c'est surtout chez les batraciens, les poissons et les invertébrés qu'il est facile d'étudier l'action toxique de ce poison.

Exp. II. On isola les masses musculaires de la cuisse du côté droit sur trois grenouilles, et, sur les muscles ainsi découverts, on répandit trois ou

quatre gouttes de solutions saturées de potasse caustique, de cyanure de potassium et de sulfocyanure de potassium. Au bout de 3 minutes environ, les deux premières masses musculaires étaient restées contractiles; mais, sous l'influence du sulfocyanure, les muscles étaient devenus rigides et avaient perdu leur contractilité. Examinée sous le microscope à un grossissement de 350 diamètres, la fibre élémentaire offrit, au lieu de stries transversales, des granulations et des stries longitudinales irrégulières.

Exp. III. (A $2^h 15'$). Nous empoisonnons une grenouille avec environ 50 centigrammes de sulfocyanure de potassium dans 2 ou 3 grammes d'eau, que nous introduisons dans le tube digestif, la bouche de l'animal étant maintenue largement ouverte. L'animal empoisonné fait à peine quelques mouvements. Au bout de 3 à 4 minutes, le corps s'incurve en avant, les membres antérieurs sont contractés et à demi fléchis, puis la respiration cesse presque immédiatement. 5 à 6 minutes après, l'animal est sans mouvement; c'est à peine si, en pinçant fortement les membres pelviens, on détermine quelques contractions, mais la grenouille s'agite quand on l'excite par un courant électrique. A $2^h 23'$, les membres antérieurs ont perdu toute contractilité. On peut provoquer dans le reste du corps des mouvements réflexes en excitant ces mêmes membres. 10 minutes après l'ingestion du poison ($2^h 25'$), le cœur est mis à nu : il est gorgé de sang, et ses battements ont cessé. Le sang contenu dans le cœur est altéré, ses globules sont déformés, ont perdu leurs noyaux en se fragmentant irrégulièrement. Les muscles des membres antérieurs sont ridés à leur surface et à demi fléchis; leurs fibres ne présentent plus de stries transversales, leur contour est irrégulier et elles sont granuleuses. Les tubes nerveux primitifs, examinés dans les gros nerfs des membres, sont parfaitement intacts. Il en est de même des cellules épithéliales. La peau du ventre et de la face interne des cuisses offre une teinte d'un rouge pâle.

Nous insistons, comme particularité intéressante à noter dans l'expérience précédente, sur cette rougeur de la peau qui semble produite par une extravasation sanguine à laquelle, probablement, l'altération du sang n'est pas étrangère. Il est facile, à l'aide d'un sel de fer au maximum, de retrouver, un quart d'heure environ après la mort, des traces du poison à la surface du tube digestif, sous la peau ainsi que dans l'épaisseur des muscles.

Exp. IV. Cette expérience a été faite sur un poisson de l'ordre des Ganoïdes. Le cœur est mis à découvert, ses battements sont lents et réguliers. Il suffit d'une ou deux gouttes d'une solution concentrée de sulfocyanure, injectées par le bulbe artériel dans la cavité ventriculaire, pour que ces battements soient immédiatement suspendus. Trois minutes après, le sang examiné dans les capillaires des branchies présente presque tous ses globules crénelés ou fragmentés. Les muscles sont encore contractiles, mais au voisinage du cœur les fibres des muscles de la vie de relation ont perdu

leurs stries transversales, et présentent de nombreuses granulations longitudinalement disposées. Il en est de même des fibres du cœur où cette altération est encore plus facile à constater, puisque le muscle a été immédiatement en contact avec le poison.

Exp. V. La même expérience, répétée sur un Palémon (*Palæmon serratus*), a été suivie d'un arrêt immédiat des battements du cœur, et les muscles ont offert l'altération constante de la fibre musculaire chez les vertébrés, c'est-à-dire la disparition des stries transversales et l'apparition de granulations nombreuses qui viennent parsemer irrégulièrement les fibres naguère encore transparentes.

Il résulte de cette expérience et de toutes celles que nous avons faites sur un certain nombre d'invertébrés que la fibre musculaire striée a présenté des altérations constantes sous l'influence du sulfocyanure de potassium partout où elle se montre avec une forme histologique définie.

Exp. VI. Des vibrions du vinaigre (*Anguillula aceti*), animés de mouvements très-vifs, ont été presque instantanément détruits par une solution concentrée de sulfocyanure.

Exp. VII. Les spermatozoïdes de la grenouille perdent leurs mouvements lorsqu'on les plonge dans une ou deux gouttes d'une solution très-étendue de sulfocyanure.

Nous avons noté les mêmes phénomènes chez tous les infusoires qu'il nous a été donné d'observer; ils deviennent immobiles, se désagrégent et se dissolvent bientôt entièrement.

Exp. VIII. On prit une grenouille, et après lui avoir dénudé la patte droite et lié à la fois les vaisseaux fémoraux et le nerf sciatique par une ligature en masse qui étreignait toute la racine du membre, on répandit sur les muscles ainsi mis à nu une certaine quantité d'une solution concentrée de sulfocyanure qui s'infiltra et empoisonna l'animal sans qu'on puisse invoquer ici l'absorption, puisqu'il n'y avait plus de circulation dans le membre empoisonné.

B. Cyanure de potassium.

Exp. I. On injecte dans le tube digestif d'une grenouille 8 à 10 gouttes d'une solution saturée de cyanure de potassium. 2 minutes après, l'animal est immobile, les muscles flasques peuvent être étendus ou fléchis; ils restent dans la direction qu'on leur a donnée. Au bout de 4 minutes, le cœur est mis à nu; il y a 20 battements par seconde. Les battements se ralentissent, mais persistent pendant plus de 20 minutes après la mort. Les muscles sont encore excitables à l'électricité, puis la contractilité disparaît presque en même temps dans le cœur et dans les membres. Les globules

du sang, examinés dans le cœur au moment où il cesse de battre, sont presque tous altérés ; les uns ont conservé leur forme et sont granuleux, d'autres sont fragmentés, la plupart s'arrondissent, pâlissent et disparaissent bientôt. Au bout de peu de temps, il n'y a plus que des membranes granulées et des noyaux libres.

Exp. II. On versa sur les muscles dénudés de la cuisse droite d'une grenouille vivante 3 à 4 gouttes de la même solution de cyanure de potassium qui nous avait servi dans la précédente expérience. Ce ne fut qu'après 8 à 10 minutes environ que les muscles devinrent rigides et cessèrent d'être contractiles. Les fibres élémentaires, lorsqu'on les examina au microscope, n'étaient plus transparentes; toute trace de stries transversales avait disparu : elles étaient plissées, contractées et granuleuses.

Exp. III. Après avoir détaché la cuisse d'une grenouille et dénudé les muscles et une partie du nerf sciatique, on fit plonger l'extrémité de ce nerf dans quelques gouttes d'une solution saturée de cyanure de potassium. Le nerf resta pendant quelques instants excitable dans le point même où il avait été trempé dans le poison. La contractilité dans les muscles persista.

Exp. IV. On mélangea à du cyanure de potassium en solution concentrée quelques cellules d'épithélium prises sur la langue d'une grenouille; elles pâlirent, leur contour devint moins net, leur contenu plus granuleux et le noyau se fragmenta.

Exp. V. On empoisonna une grenouille en mettant en contact avec la peau du dos, à sa partie moyenne, un assez gros fragment de cyanure de potassium. Lorsqu'au bout d'environ 10 minutes on l'eut enlevé, la peau était, en ce point, sèche, brune, ridée. Il survint, dans les quelques moments qui suivirent l'empoisonnement, des tressaillements fibrillaires dans les membres postérieurs, des mouvements convulsifs avec incurvation du tronc en avant; puis l'animal resta étendu, les membres écartés, flasques, immobiles; pendant longtemps il fut sensible aux excitations mécaniques.

Quand, au bout d'environ 40 minutes, après la disparition complète des mouvements volontaires, on mit le cœur à nu, il était gonflé, ses battements très-lents étaient embarrassés et se suspendirent au bout de quelques minutes : un courant peu intense les ranima.

Les fibres musculaires dans le cœur sont granuleuses. Les cellules épidermiques de la peau, au point où elle avait été en contact immédiat avec le poison, sont flétries, déformées et d'un brun foncé.

Nous avons examiné le sang dans le cœur, les fibres des muscles de la cuisse, les tubes nerveux primitifs dans le nerf sciatique, et nous n'avons rien observé qui soit en contradiction avec nos précédentes expériences ou qui puisse ajouter quelque chose à ce qu'elles nous ont appris.

Exp. VI. Un petit fragment de cyanure de potassium, mis en contact immédiat avec le cœur d'une grenouille, alors que ses battements sont réguliers, les ralentit et les suspend : le cœur est alors contracté, pâle et décoloré; ce n'est qu'au bout d'un temps qui varie entre 3 et 8 minutes, que nous avons vu ses battements ralentis se suspendre et s'arrêter complétement.

Exp. VII. On étendit d'un peu de cyanure en solution une goutte d'eau

qui renfermait des monades et quelques vorticelles : leur mouvement cessa presque immédiatement.

EXP. VIII. La même expérience, répétée avec les spermatozoïdes du lapin, donna des résultats identiques; au bout de 4 ou 5 minutes ils étaient dissociés et granuleux.

C. Cyanure de mercure.

EXP. I. On découvrit le cœur d'une grenouille et on y injecta 3 ou 4 gouttes d'une solution saturée de cyanure de mercure. Les battements du cœur devinrent plus rapides, puis ils s'embarrassèrent et se ralentirent; ils tombèrent de 30 pulsations à 12, puis à 7, et cela 4 minutes après le début de l'expérience. Le cœur étant immobile, il fut encore possible, pendant quelque temps, d'y ranimer des contractions à peine appréciables en le faisant traverser par un courant de forte intensité. Il survint alors des mouvements dans les membres pelviens, mouvements qui persistèrent pendant plus d'un quart d'heure après la mort. Cependant les muscles les plus voisins du cœur perdirent leur contractilité et devinrent rigides. Le sang des ventricules, examiné au moment de la mort, présente les altérations suivantes : il y avait mêlés aux globules beaucoup de noyaux libres; les globules intacts étaient finement granuleux.

EXP. II. On fit avaler à une grenouille 2 ou 3 gouttes d'une solution saturée de cyanure de mercure. Ce sel étant très-peu soluble, il n'en avait été en réalité absorbé qu'une quantité à peine appréciable.

Il ne survint ni contracture, ni mouvements convulsifs. L'animal s'agitait et cherchait à s'échapper; bientôt il ne fit plus que de rares mouvements. Au bout de 20 minutes après le début de l'expérience, ils avaient complétement cessé, et, par l'excitation directe, il fut impossible de les ranimer.

On mit le cœur à nu : il était d'un rouge brun et gorgé de sang. Ses battements étaient lents, embarrassés, mais réguliers.

Pendant plus d'une heure et demie après la mort, les muscles des deux membres postérieurs (les seuls qui furent examinés) étaient restés contractiles.

Le nerf sciatique excité amenait dans tout le membre des contractions énergiques.

A ce moment, les battements du cœur avaient cessé, et en le faisant traverser par un faible courant, puis par un courant plus intense, on ne put les ranimer.

Les globules du sang, examinés dans le cœur 1 heure 1/2 après la mort, sont peu altérés; ils sont un peu déformés, crispés; il y a de nombreux noyaux libres.

Les fibres des muscles dans la cuisse sont transparentes et présentent des stries transversales.

Des cellules d'épithélium, prises en divers points du trajet de la muqueuse intestinale, ne nous ont présenté aucune trace d'altération.

Nous avons observé dans cette expérience et ainsi que dans deux autres du même genre faites sur la même sorte d'animaux et avec le même poi-

son, une coloration rougeâtre et diffuse de la peau du ventre et de la partie interne des cuisses, sans que nous ayons pu reconnaître si c'était à une extravasation sanguine que l'on devait attribuer cette rougeur ainsi limitée.

D. Acide cyanhydrique.

Nous avons, dans les premières lignes de la seconde des expériences qui vont suivre, indiqué exactement depuis combien de temps était préparé l'acide dont nous nous étions servi pour cette expérience. Cela est très-important à noter, car l'acide cyanhydrique anhydre s'altère spontanément, même lorsqu'il est mis à l'abri de la lumière.

C'est probablement au mode de préparation employé, au temps variable au bout duquel on expérimentait sur les poisons, que sont dues toutes ces expériences contradictoires qui rendent les symptômes de l'empoisonnement par cet acide si difficiles à bien saisir et surtout à bien préciser.

A l'exception d'une seule expérience, nous avons, constamment employé le poison au moment même où il venait d'être préparé.

Nous croyons devoir indiquer ici quel procédé de préparation nous avons suivi pour obtenir facilement et en assez grande quantité l'acide cyanhydrique anhydre et pur.

On chauffe avec quelques charbons, à une douce chaleur, un mélange à poids égal de cyanure de mercure et d'acide chlorhydrique fumant; l'acide cyanhydrique qui se forme ainsi par suite d'une réaction des plus simples entraîne des vapeurs d'eau et d'acide chlorhydrique. Il se dessèche et se purifie en passant dans un tube droit rempli de fragments de marbre et de chlorure de calcium, et vient se condenser dans un tube recourbé entouré de glace et effilé à son extrémité pour éviter le dégagement de vapeurs suffocantes, dont les moindres traces sont pour l'opérateur un danger sérieux.

Exp. I. — Après avoir mis à nu sur un pigeon le cervelet, le bulbe et l'origine de la moelle cervicale, nous avons versé sur ces parties deux ou trois gouttes d'acide cyanhydrique anhydre. L'animal, pendant l'opération, avait perdu beaucoup de sang, mais n'avait manifesté aucune agitation ni aucune souffrance. Lorsque le poison eut été versé dans la plaie au fond de laquelle se voyaient le bulbe et la moelle, l'oiseau s'agita, sa tête éprouva un mouvement de torsion; puis survinrent des secousses convulsives, et environ deux minutes après il retomba, fit deux ou trois inspirations pro-

fondes et lentes, et mourut. Vingt minutes après la mort, on ouvrit la poitrine; il n'y avait point trace de congestion dans les poumons; ils étaient pâles et crépitants; le cœur était contracté et il avait cessé de battre. Il fut impossible, en le faisant traverser par un courant électrique, d'en ranimer les battements. Les muscles de la cuisse gauche étaient contractiles, et le nerf sciatique directement excité déterminait des contractions dans le membre. On découvrit alors les muscles de la cuisse du côté opposé, et on répandit à leur surface deux ou trois gouttes d'acide anhydre; le membre devint rigide et toute contractilité disparut. L'excitation des cordons antérieurs de la moelle mise à nu dans sa portion cervicale ne fut suivie d'aucun mouvement, et dans toutes les mutilations que l'on dut faire subir à l'animal après sa mort pour rechercher et examiner les divers organes, il ne se produisit pas de mouvements réflexes. — Nous avons trouvé dans le sang, dans les muscles empoisonnés, dans les fibres charnues du cœur, les traces matérielles qu'avait laissées après lui le poison, les globules du sang déformés, crénelés, des noyaux libres au milieu d'un sérum rougeâtre, des fibres musculaires granuleuses ayant perdu tout aspect strié; mais nous n'avons pu découvrir, ni dans le bulbe ni dans les faisceaux de la moelle cervicale, aucune altération appréciable soit des cellules, soit des tubes nerveux primitifs.

Cette première expérience montre que le poison, mis en contact immédiat avec le bulbe et la moelle cervicale, tue moins rapidement que s'il avait été versé sur la langue ou sur la conjonctive.

Nous avons en outre observé que le cœur cesse de battre longtemps avant que les muscles aient cessé d'être contractiles : et dans ce cas les mouvements du cœur sont abolis et non suspendus, puisque l'excitation électrique est impuissante à les ranimer.

Exp. II. — Une seconde expérience fut faite en employant de l'acide cyanhydrique anhydre préparé deux jours auparavant. A 4 heures moins 6 minutes, nous avons versé, sur l'œil d'un cochon d'Inde, trois gouttes d'acide cyanhydrique. L'animal fait alors quelques pas, puis il se renverse en arrière et retombe sur le flanc; il y a des mouvements convulsifs, du hoquet; la respiration est saccadée, haletante; les sphincters se relâchent; les pupilles restent immobiles et dilatées. (*4 heures moins 2 minutes.*) Cinq minutes après, le cœur est mis à nu; ses battements sont petits, saccadés, réguliers (45). A la suite de l'injection par l'aorte dans le ventricule d'environ deux gouttes d'acide cyanhydrique, les battements du cœur se ralentissent, s'embarrassent et s'arrêtent environ deux minutes et demie après le moment de l'injection.

Exp. III. — On fit, sur un chien adulte et de moyenne taille, l'expérience suivante : on mit à nu le cœur, sans intéresser la plèvre, et on injecta par l'aorte dans le ventricule gauche, quatre ou cinq gouttes d'acide cyanhy-

…s le cœur se ralentit, pâlit, se resserre et reste contracté. En …ur un courant de moyenne intensité, il survient quelques sou…s, quelques tressaillements irréguliers; mais les contractions régu…u cœur ne reparaissent plus.

Exp. IV. — On met à nu, sur un jeune chien, le pneumogastrique … et on empoisonne l'animal en lui versant sur l'œil à peine une goutte …de cyanhydrique anhydre. Il crie, s'agite; le tronc et les membres se …vulsent; la respiration s'embarrasse. Les inspirations sont courtes, hale…, précipitées : les inspirations sifflantes et prolongées; les veines, …mises à nu pour isoler le pneumogastrique, sont gonflées de sang. A ce moment, les battements du cœur sont encore fréquents et réguliers : ils se suspendent presque immédiatement lorsqu'on fait passer un courant faible le long du trajet du pneumogastrique, sur toute la longueur où il est mis à nu. — Une fois ses battements ralentis et suspendus, le cœur reste immobile et contracté, alors même qu'il est directement excité par un courant d'une grande intensité.

Exp. V. — Sur un chat étranglé, on met à nu les muscles de la cuisse et, en les écartant, le nerf sciatique sur une partie de son trajet. On répand sur la plaie quelques gouttes d'acide cyanhydrique; le nerf reste excitable; mais au bout de 10 à 12 minutes, les muscles ainsi empoisonnés par contact immédiat avec le poison sont devenus rigides et ne sont plus contractiles. — Examinées au microscope, à un grossissement de 400 diamètres, les fibres élémentaires de ces muscles ne sont plus striées transversalement, mais présentent des stries longitudinales irrégulièrement interrompues et granuleuses.

Exp. VI. — On versa sur l'œil d'un cochon d'Inde, deux gouttes d'acide cyanhydrique. Il ferme les yeux, puis les rouvre. La pupille est immobile et dilatée; l'œil insensible et dur. Il existe un nuage blanchâtre sur la cornée, mais les cellules d'épithélium de celle-ci ne semblent point altérées.

Exp. VII. — On introduisit dans le rectum d'un lapin environ trois gouttes d'acide cyanhydrique : l'animal fit quelques pas, puis s'affaissa. Il y eut des mouvements convulsifs, du hoquet, et la respiration courte, embarrassée, haletante, s'arrêta 4 minutes après le début de l'expérience. On mit le cœur à nu : ses battements étaient petits, fréquents, précipités (95). 12 minutes après la mort, on répand sur le cœur, dont les contractions régulières persistent, 4 ou 5 gouttes d'acide cyanhydrique : le cœur pâlit et se resserre; agité de quelques contractions fibrillaires, il reste, au bout d'environ 40 secondes, immobile et contracté, sans qu'aucune excitation, soit mécanique, soit électrique, ait pu l'exciter et en ranimer les battements. Les veines sont gonflées de sang, les poumons affaissés, crépitants, pâles et comme privés de sang. Le sang, examiné au microscope, offre dans sa masse beaucoup de noyaux libres et quelques globules crénelés et fragmentés. A ce moment (un quart d'heure environ après la mort), les muscles et les nerfs mis à nu sur quelque point que ce soit du tronc ou des membres, sont restés excitables et contractiles.

Exp. VIII. — On fit en même temps sur une grenouille l'expérience suivante : on répandit sur l'œil de l'animal quatre gouttes d'acide cyan-

hydrique. L'animal ne sembla point souffrir de l'action du poison : il s'agita et chercha à fuir; deux jours après il était encore vivant.

Exp. IX. — Il en fut de même d'une autre grenouille, sur la peau de laquelle on répandit 5 à 6 gouttes d'acide cyanhydrique.

Exp. X. — Lorsque, sur une grenouille vivante, on met le cœur à nu et qu'on verse sur le cœur 3 ou 4 gouttes d'acide cyanhydrique, il pâlit, se contracte, et ses battements s'arrêtent. Si on répand l'acide sur un muscle mis à nu, ou sur un nerf isolé, le nerf est encore excitable 8 minutes après l'expérience, alors que le muscle rigide, altéré, n'est plus contractile. Les altérations élémentaires du sang et des muscles chez la grenouille sont les mêmes que chez les oiseaux et les mammifères.

Exp. XI. — On mit sous une même cloche un pigeon, un orvet, une grenouille, et on répandit sous la cloche de 18 à 20 gouttes d'acide cyanhydre anhydre et pur : le pigeon s'agita puis s'affaissa après quelques mouvements convulsifs. Au bout de 3 minutes il semblait mort, et les deux autres animaux paraissaient n'avoir en rien ressenti l'action du poison. 40 minutes après, on enleva la cloche : l'oiseau était mort; la grenouille et l'orvet, mis de côté pour qu'on pût les observer, étaient encore vivants deux jours après.

Exp. XII. — Nous avons fait sur diverses espèces d'infusoires, amibes, actinophrys, etc., sur des vers cestoïdes, des annélides, des crustacés, des larves d'insectes, des insectes, de nombreuses expériences avec le même poison.

Toutes les fois que le poison agit directement sur le muscle, il l'altère et le détruit, quelle que soit l'espèce d'animal sur lequel porte son action.

Lorsque des animaux à sang-froid ont une respiration très-active, ils succombent rapidement.

Quant aux infusoires, comme presque tous les agents chimiques les altèrent et les détruisent, nous avons cru ne devoir attacher aucune importance à l'action qu'ont exercée sur eux l'acide cyanhydrique et les poisons de la série des cyanures et des cyanates,

E. Expériences sur les altérations que peuvent faire éprouver au sang en dehors des vaisseaux, les cyanures de potassium et de mercure, le sulfocyanure de potassium et le cyanhydrate de soude.

Les altérations des globules du sang ne sont point les seules que le sang puisse offrir; il faut encore tenir compte du temps qu'il met à se coaguler et des phénomènes dont s'accompagne cette coagulation; il faut savoir jusqu'à quel point les globules ont conservé ou perdu le pouvoir d'absorber l'oxygène de l'air.

Parmi les expériences que nous avons faites sur les altéra-

tions que présente le sang sous l'influence des poisons de la série des cyanures, nous n'en décrirons qu'une seule ; elle nous paraît concluante, car dans toutes les autres expériences, nous avons constamment retrouvé les résultats qu'elle nous a donnés.

Exp. *Première partie.* — On versa dans cinq vases de verre de même forme et d'égale capacité, la même quantité (environ 40 grammes) de sang provenant d'une saignée faite à un homme atteint de synoque. Dans un de ces vases, on recueillit le sang normal ; dans les quatre autres on mélangea le sang avec du cyanure de potassium, du cyanure de mercure, du cyanhydrate de soude, du sulfocyanure de potassium. On fit l'expérience le matin, à 11 heures moins 12 minutes. Les cinq vases ainsi remplis d'une même quantité de sang liquide furent laissés dans une salle à la température moyenne de 16°. — A 11h 5', le sang qui n'avait été mélangé à aucun poison s'était pris en masse ; à 2 heures de l'après-midi, le sérum surnageait au-dessus d'un caillot ferme, résistant et bien formé. — A 11h 2', le sang mélangé au *cyanhydrate de soude* s'était coagulé : et on voyait suinter à sa surface quelques gouttes d'un sérum épais et blanchâtre. A 2 heures de l'après-midi, il y avait au fond du vase un caillot foncé, peu compact, et recouvert d'une couenne épaisse et tremblotante : au-dessus était un sérum incolore et très-albumineux. — Le sang mélangé au *cyanure de potassium* ne s'était point pris en masse : il formait comme une épaisse bouillie d'un rouge vif, et 2 heures après, on retrouvait un dépôt floconneux et rutilant, nageant dans un sérum rougeâtre. — Il en fut de même du sang mélangé au *sulfocyanure de potassium* : mais il était moins visqueux et sa couleur d'un rouge plus vif : elle persistait 3 heures après l'expérience, alors que la couleur, d'abord rutilante, du caillot du sang mélangé au cyanure de potassium, était devenue plus foncée et presque noire. — Le caillot formé dans le sang mélangé au cyanure de mercure était épais, noir et bien foncé.

Deuxième partie. — 3 heures après que le sang eut été recueilli et mélangé aux poisons, on soumit pendant le même temps à l'action d'un courant d'oxygène lent et continu chacune des cinq portions dans lesquelles il avait été fragmenté. — Au bout de 3 ou 4 minutes, le caillot dans le *sang normal* était devenu diffluent, et sa couleur était d'un rouge vif. — Le sang mélangé au *sulfocyanure de potassium* resta rutilant. — La couleur des deux portions de sang mêlées au *cyanhydrate de soude* et au *cyanure de potassium* s'éclaircit au bout de quelques instants. Mais le caillot épais et noir formé dans le sang mélangé au *cyanure de mercure* conserva sa couleur foncée et sa consistance épaisse, sans se modifier en rien, même après qu'on l'eut fait traverser pendant près d'une heure par un courant continu d'oxygène.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

« Je me suis donné pour précepte, a dit Descartes, d'éviter « en toutes choses la précipitation et la prévention, et de ne « comprendre rien de plus dans mes jugements que ce qui se « présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit, « que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute. » C'est la meilleure et la plus sûre règle qui puisse guider la raison dans la recherche de la vérité. Aussi, dans l'exposé des résultats généraux auxquels l'expérience nous a conduit, nous éviterons les conclusions trop absolues, et, allant au-devant des objections qu'on pourrait nous faire, nous dirons quels sont nos doutes, nos incertitudes, en nous réservant d'élucider et de compléter certains points obscurs des questions que nous avons soulevées, et cela à mesure que l'expérience viendra les éclairer.

Nous avons varié nos expériences en les répétant sur des animaux appartenant à diverses classes (infusoires, articulés, reptiles et batraciens, oiseaux et mammifères). Ce n'est pas seulement pour savoir si ces divers animaux subissent au même degré l'action d'un même poison et sur quel ensemble d'organes porte cette action ; mais nous espérons pouvoir ainsi déterminer quel est le degré d'altération que doit subir un organe pour que ses fonctions soient abolies, suspendues ou ralenties, et quelle est, suivant le degré de perfectionnement qu'occupent les êtres dans la série zoologique, la nécessité des diverses fonctions organiques pour que ces êtres puissent rester vivants.

I.

Acide cyanhydrique.

Chez les animaux qui respirent activement, la mort par l'acide cyanhydrique est presque instantanée. Ils se renversent en arrière, s'agitent convulsivement; leurs inspirations sont inégales, saccadées, sifflantes; il y a de courtes expirations, du hoquet, et longtemps après que la respiration a cessé, les battements du cœur persistent; petits et tumultueux, ils se ralentissent, alors les muscles sont encore contractiles et les nerfs excitables; il y a dans les intestins d'énergiques mouvements de contraction.

Lorsqu'on met à nu le cœur une fois qu'il a cessé de battre, on le trouve rétracté, les poumons sont pâles et crépitants, les veines gorgées de sang.

Si l'on joint à tout cela le relâchement des sphincters qui précède la mort de quelques instants, la dilatation et l'immobilité des pupilles qui l'accompagnent, on aura tout ce qu'un examen superficiel peut apprendre de précis sur les phénomènes généraux de l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique.

En répandant sur la peau d'une grenouille ou d'un triton huit ou dix gouttes d'acide cyanhydrique, c'est-à-dire une quantité dix fois suffisante pour tuer un mammifère de petite taille ou un gros oiseau, l'animal reste vivant. Si, variant l'expérience, on met côte à côte, sous une même cloche, un pigeon, un lapin, une grenouille, un orvet, et qu'on répande sous la cloche quelques gouttes d'acide cyanhydrique anhydre, les deux premiers de ces animaux ont depuis longtemps succombé alors que les autres s'agitent et sont encore vivants. Les insectes meurent rapidement dans un pareil milieu; les lombrics y peuvent vivre plus longtemps. En un mot, il en est de cette expérience comme de celles que l'on ferait sur ces animaux, en les plongeant dans le vide pneumatique. Or, comme les poisons qui n'agissent que sur le système nerveux ou les muscles agissent tout aussi rapidement chez les amphibiens que chez les mammifères, on doit conclure des faits que nous venons de rappeler et de toutes les expériences dont on a trouvé le récit quelques pages plus haut, que ce *n'est pas par une action sur le système nerveux que l'acide cyanhydrique tue, mais que les animaux meurent asphyxiés.*

Plus tard, quand nous étudierons les vapeurs et les gaz toxiques et leur action sur le sang, nous verrons si les vapeurs d'acide cyanhydrique respirées et mêlées au sang, rendent ses globules impropres à l'hématose. Nous dirons ici seulement que le sang est profondément altéré; il est semi-fluide, rutilant, incoagulable. Les globules sont granuleux, déformés, crénelés; un grand nombre de noyaux sont libres dans le sang et le plasma au milieu duquel nagent les globules est d'un rouge vif.

Pour compléter cette expérience, il eût fallu mettre sous une cloche graduée sur le mercure, du sang empoisonné, retiré du cœur aussitôt après la mort de l'animal, y faire parvenir un

volume déterminé d'oxygène et voir si le mercure s'élèverait dans l'éprouvette graduée sous l'influence de l'hématose que l'on eût ainsi artificiellement produite. Nous avons dit plus haut quelles raisons nous ont fait différer cette expérience.

Lorsque, après avoir sacrifié deux animaux de même espèce, l'un par la section du bulbe, l'autre en lui versant sur l'œil une ou deux gouttes d'acide cyanhydrique, nous recherchons ce que deviennent les battements du cœur et la contractilité des muscles dans ces deux cas, nous remarquons que les battements du cœur et la possibilité de provoquer des contractions dans les muscles cessent beaucoup plus rapidement chez l'animal empoisonné. Alors les fibres élémentaires dans le cœur et les muscles des membres sont granuleuses et ont perdu toute trace de stries transversales, et lorsque le cœur a spontanément cessé de battre, l'excitation électrique ne peut plus en ranimer les battements. Lors donc que, devenus irréguliers, ces battements cessent complétement, ils sont abolis et non suspendus.

Quand on verse directement sur le muscle mis à nu, deux ou trois gouttes d'acide cyanhydrique, on amène plus rapidement encore cette altération si importante dans la structure et dans les fonctions du muscle.

Mais de tous les poisons qui dérivent de l'acide cyanhydrique, aucun n'exerce cette action d'une façon plus constante et plus rapide que le sulfocyanure de potassium.

On sait qu'il détruit l'irritabilité du muscle ; mais ce qu'il y a d'important à préciser, ce sont les altérations profondes qu'il amène dans ses fibres élémentaires, la nature de ces altérations et la manière dont elles surviennent.

II.

Sulfocyanure de potassium.

Le sulfocyanure de potassium introduit dans les voies digestives est un poison, mais son action est lente, son absorption imparfaite ; il n'agit qu'à très-haute dose, relativement du moins à l'action si violente et si terrible de l'acide cyanhydrique ; car il faut, pour empoisonner un mammifère de petite taille, lui faire avaler deux ou trois grammes de sulfocyanure.

Quoi qu'il en soit, l'action du poison s'exerce sur les muscles,

sur le cœur et sur le sang. Chez les animaux sous la peau desquels on introduit quelques gouttes d'une solution, même étendue, il agit alors avec plus d'énergie et de rapidité; il y a de la roideur et des mouvements convulsifs; le poison s'infiltre dans le tissu cellulaire et dans les musles et n'arrive que plus tard dans le sang et dans le cœur; alors, il agit comme un poison énergique.

Le sang présente une altération très-nette; s'il renferme des globules à noyau, on voit le globule se gonfler; tout autour du noyau, la matière colorante du globule se condense; elle s'en écarte bientôt, s'étale, se fragmente; ses fragments ainsi dissociés deviennent de plus en plus petits; le noyau reste libre, se fragmente et se résout en granulations..

Si ce sont des globules circulaires et sans noyau, on les retrouve crénelés, déchiquetés, fragmentés; c'est là une altération qui existe non-seulement dans le sang mélangé, sous le microscope, avec le poison, mais, ce qui est plus important, dans le sang d'un animal empoisonné, lequel sang est pris dans le cœur peu de temps après que ses battements ont cessé.

Le sulfocyanure de potassium versé directement en solution concentrée sur le cœur ou sur les muscles d'un animal vivant, abolit très-rapidement les battements du cœur et l'irritabilité du muscle; si on examine alors les fibres élémentaires des muscles, seulement lorsqu'ils ne sont plus contractiles, on voit que ces fibres élémentaires ne sont plus transparentes; elles sont parsemées de nombreuses granulations longitudinalement disposées, et on n'y retrouve plus de stries transversales.

III.

Les cyanures de potassium et de mercure empoisonnent le sang, les muscles et le cœur. Mais la contractilité disparaît dans les muscles beaucoup plus rapidement lorsqu'ils sont empoisonnés par le cyanure de potassium que lorsqu'on fait agir sur eux le cyanure de mercure. Il en est de même du cœur dont la contractilité, dans les cas d'empoisonnement par le cyanure de potassium disparaît presque en même temps que celle des muscles volontaires.

(*La suite à un prochain numéro.*)

HOMOLOGIE DES MEMBRES PELVIENS

ET THORACIQUES DE L'HOMME

PAR LE DOCTEUR

FOLTZ

Professeur d'anatomie et de physiologie à l'École de médecine de Lyon.

(Mémoire présenté à l'Académie des sciences en avril 1863.)

(PLANCHE I)

C'est une vérité de sentiment depuis longtemps admise que les membres pelviens et thoraciques sont homologues, c'est-à-dire formés sur le même type. Mais lorsqu'on abandonne les généralités de la théorie, pour pénétrer par l'analyse dans les détails, on se heurte à des difficultés graves, qui n'ont pas permis jusqu'ici d'en donner la démonstration complète.

Je réserve pour un autre temps l'historique des travaux presque tous français qui ont eu pour but cet intéressant problème d'anatomie philosophique, auquel se rattachent les noms éminents de Vicq-d'Azyr, Blainville, Gerdy, F. Blandin, Bourgery, Cruveilhier, Flourens, Ch. Martins, Sappey, Raspail, etc., en France; les noms de Sœmmering, Gœthe, Meckel, en Allemagne. Tous ces travaux, depuis que Vicq-d'Azyr a posé le problème, n'ont encore soulevé qu'une partie du voile qui couvre la vérité. Or, pour arriver à la découvrir tout entière, il me paraît nécessaire de rechercher quelles causes ont empêché de compléter une solution qui, au premier abord, semble si facile.

La première de ces causes, selon nous, c'est l'imperfection de la méthode employée. En effet les comparaisons faites jusqu'ici des membres abdominaux et thoraciques ont été fondées à peu près exclusivement sur la considération des fonctions, de la forme et du volume des organes. Cette méthode peut bien

donner la ressemblance physiologique ou fonctionnelle, mais nullement la ressemblance homologique ou organique qui est essentiellement différente. Or, pour obtenir la ressemblance homologique, ou plutôt l'unité de composition organique, il faut une méthode qui fasse porter la comparaison sur les éléments suivants :

1° Les connexions; 2° la forme; 3° le développement; 4° les analogues; 5° les anomalies.

Examinons la valeur relative de chacun de ces procédés comparatifs.

Le principe des connexions fondé par Geoffroy Saint-Hilaire, et appliqué par lui à la recherche des analogues, pour sa démonstration de l'unité de composition organique, est également applicable à la recherche des homologues. Et si quelque chose doit surprendre, c'est que personne, après cet illustre anatomiste, n'ait songé à s'en servir, du moins d'une manière suivie, pour ce genre de recherches en général et pour le parallèle des membres en particulier. Les connexions sont en effet l'élément le plus constant de la composition organique; un organe, a dit Geoffroy, est plutôt anéanti que transposé. Le principe des connexions est donc le guide le plus sûr pour découvrir les homologies et le véritable critérium qui les confirme.

La forme ne doit venir qu'après les connexions dans la démonstration des homologies. Elle peut servir à mettre sur la voie; mais en général elle est très-indéterminée, idéale, schématique, et les homologies qu'elle indique ne doivent être tenues pour exactes que lorsqu'elles ont été confirmées par les connexions.

Le développement des organes est un moyen accessoire, mais parfois utile dans ce genre de recherches.

L'anatomie comparée, c'est-à-dire la science des analogues ou des rapports de similitude dans les divers animaux, peut éclairer la science des homologues ou des rapports de similitude dans les diverses parties d'un même animal. L'analogie n'est pas une démonstration, mais elle y contribue en rendant plus frappante une homologie obscure.

L'anomàlie, lorsqu'elle existe, constitue un excellent procédé de démonstration des homologues. C'est pour ainsi dire une démonstration directe ou plutôt c'est l'homologie prise sur le fait. En d'autres termes, c'est un retour à l'identité altérée par

la différence fonctionnelle. On comprendra facilement cette vérité, en considérant qu'une anomalie ou une variété anatomique n'est généralement que la répétition au membre supérieur d'un état normal du membre inférieur et réciproquement. Nous en citerons des exemples multipliés.

Une seconde cause qui a retardé la solution du problème, c'est qu'on n'a pas distingué nettement les deux aspects, symétrique et direct, sous lesquels se révèle à nous l'unité de composition ou le type des membres. En effet, quand on compare deux membres d'un même côté, comme les deux membres thoraciques entre eux, ou le membre thoracique droit avec le membre pelvien droit, on a *l'homologie symétrique*, c'est-à-dire que les parties homologues sont rangées symétriquement de chaque côté d'un plan médian. Quand on compare, à la manière de Vicq-d'Azyr, deux membres de côtés opposés ou en diagonale, comme le membre thoracique droit avec le membre pelvien gauche on a *l'homologie directe*, c'est-à-dire que les parties homologues sont dirigées du même côté, et se confondent par la superposition jusqu'à l'identité.

Ce double point de vue de l'homologie est la conséquence de ce fait que l'économie animale peut être divisée en quatre parties homologues par deux plans médians, qui se coupent perpendiculairement à l'ombilic : l'un, antéro-postérieur, la partage en deux moitiés latérales symétriques, la droite et la gauche; l'autre, transversal, la divise en deux tronçons également symétriques, l'avant-train et l'arrière-train.

Vicq-d'Azyr, en 1786, avait entrevu cette distinction importante, lorsqu'il a trouvé, par une inspiration de génie, l'homologie qui résulte de la comparaison d'un membre thoracique avec le membre abdominal opposé, en même temps qu'il constatait la disposition « en sens inverse » de certaines parties des membres du même côté.

L'homologie, soit symétrique, soit directe, est facile à démontrer entre la hanche et l'épaule, entre la cuisse et le bras, entre la jambe et l'avant-bras. Mais il n'en est plus de même entre le pied et la main; car, la main devant être placée dans la supination et l'extension pour établir le parallèle, il arrive que le gros orteil est en dedans, et que le pouce est en dehors. Cette difficulté grave qui a résisté jusqu'ici aux efforts des anatomistes a sa solution dans la formule suivante, à laquelle

je suis arrivé par une étude attentive de la disposition du système osseux et du système musculaire : *Le gros orteil est binaire et homologue des deux derniers doigts; le pouce est binaire et homologue des deux derniers orteils.*

Ces considérations générales posées, nous allons procéder d'après la méthode indiquée à l'inventaire des parties homologues et à leur démonstration. Plaçons l'homme en station quadrupède, l'avant-bras dans la supination et la main dans l'extension, les doigts tournés en arrière et le pouce en dehors. (Voyez fig. 1.) Dans cette position le membre thoracique tout entier est symétriquement homologue du membre abdominal du même côté. Une série de tableaux indiquera les éléments homologues des quatre principaux systèmes, osseux, musculaire, vasculaire et nerveux, dans chacune des quatre sections dont les membres se composent, hanche et épaule, cuisse et bras, jambe et avant-bras, pied et main.

Pratiquement, je prends un élément d'organe, un os, l'omoplate droite, par exemple, je la compare à l'os coxal droit, et je cherche dans l'un et l'autre les parties homologues qui doivent être disposées symétriquement par rapport à un plan médian interposé à ces deux os. Je contrôle cette opération en comparant encore l'omoplate droite renversée au coxal gauche, comme faisait Vicq-d'Azyr, et comme lui j'obtiens l'homologie directe. Chaque os est de même comparé à son homologue présumé de l'autre membre, et examiné successivement au point de vue de ses connexions, de sa forme, de son développement, de ses analogues dans la série animale et de ses anomalies. Ce travail qui semble compliqué est cependant très-facile, et peut seul conduire aux véritables homologies.

Il serait inutile d'insister longuement sur l'importance de l'homologie des membres : 1° Elle constitue un plan d'études anatomiques, capable de les faciliter et de les abréger; l'anatomie du membre abdominal étant connue, celle du membre thoracique n'est plus qu'une étude comparative. 2° Elle donne le pourquoi et le comment d'une foule de détails anatomiques, de particularités singulières ou bizarres qui, sans elle, restent à l'état d'énigmes indéchiffrables : par exemple, elle nous expliquera la contorsion des fibres du grand pectoral et la duplicature de son tendon; elle nous dira pourquoi le petit doigt a un extenseur propre; pourquoi le fléchisseur sublime a des

faisceaux digastriques; pourquoi l'axe de la main passe par le médius et celui du pied par le second orteil, etc., etc. 3° Elle donne la raison d'une foule d'anomalies et de variétés anatomiques, qui, comme nous le verrons, ne sont que des homologies plus complètes. 4° Au point de vue physiologique, l'homologie nous présente encore un grand intérêt. Elle nous enseigne qu'un même organe est obligé de se plier dans des membres divers à des usages très-différents; elle nous fait assister aux changements de forme, de volume, de disposition qu'il subit pour s'accommoder à de nouvelles fonctions; elle nous initie aux ingénieux procédés à l'aide desquels il se transforme sans devenir méconnaissable. 5° Enfin l'homologie peut conduire à des applications pratiques.

HOMOLOGIE DU SYSTÈME OSSEUX.

TABLEAU I.

HOMOLOGIE DES OS DE LA HANCHE ET DE L'ÉPAULE.	
Coxal.	Omoplate et clavicule.
Cavité cotyloïde.	Cavité glénoïde.
Ilion.	Corps de l'omoplate.
Ischion.	Acromion.
Corps du pubis.	Apophyse coracoïde.
Branche descendante du pubis.	Clavicule.
Bord supérieur ou crête iliaque.	Bord spinal de l'omoplate.
Bord antérieur.	Bord axillaire.
Bord postérieur.	Bord postérieur de l'épine scapulaire.
Crête du détroit supérieur.	Bord supérieur de l'omoplate.
Fosse iliaque interne.	Fosse sous-scapulaire.
Fosse iliaque externe.	Fosse sous-épineuse.
Petit bassin.	Fosse sus-épineuse.
Trou sous-pubien.	Trou acromio-coraco-claviculaire.

Il est facile de reconnaître au premier abord dans les connexions du coxal avec le tronc et dans sa forme de demi-ceinture osseuse, une ressemblance générale avec l'omoplate et la clavicule. Mais il faut un examen plus approfondi pour distinguer en détail dans les divers éléments de l'omoplate et de la clavicule leurs homologues pelviens. D'abord nous retrouvons dans la cavité glénoïde l'homologue de la cavité cotyloïde, par la

raison que ces cavités présentent les mêmes connexions respectives avec les os du bras et de la cuisse. A ce caractère important vient s'ajouter celui de la forme : cette homologie saisissante n'est contestée par personne.

L'os coxal est essentiellement composé de trois éléments, l'ilion, l'ischion et le pubis, groupés dans un certain ordre autour de la cavité cotyloïde. Leurs homologues devant conserver à l'épaule les mêmes connexions, il est évident que nous les retrouverons groupés dans le même ordre, autour de la cavité glénoïde. Si donc nous supposons l'homme dans l'attitude quadrupède (fig. 1), et si nous tenons compte de la symétrie relative au plan médian transversal, passant par l'ombilic, l'ilion, placé en dedans de la cavité cotyloïde, aura pour homologue le scapulum ou corps de l'omoplate, également placé en dedans de la cavité glénoïde ; l'ischion, situé en dehors, aura pour homologue l'acromion situé en dehors ; et le pubis, placé en bas, aura pour homologue l'apophyse coracoïde et la clavicule également placées en bas. On arrive au même résultat, et de plus à l'homologie directe, en comparant, comme Vicq-d'Azyr, l'omoplate gauche renversée avec le coxal droit. (Voyez fig. 2.) A la preuve tirée des connexions j'ajoute celle qui résulte de la forme. La forme est large dans l'ilion et le scapulum, rubanée dans l'ischion et l'acromion, conoïde dans le pubis et l'apophyse coracoïde. Le développement vient encore confirmer ces ressemblances : l'ilion, l'ischion et le pubis ont chacun un point d'ossification primitif. Les trois parties correspondantes de l'omoplate ont chacune leur point d'ossification avec cette différence toutefois qu'il est plus tardif dans l'apophyse coracoïde et surtout dans l'acromion. Quant aux point d'ossification complémentaire ils se correspondent également : ainsi l'épiphyse marginale de la crête iliaque a pour analogue l'épiphyse marginale du bord vertébral de l'omoplate ; l'épiphyse de l'acromion répond à l'épiphyse de l'ischion.

Les homologies que je viens d'établir diffèrent en un point important de celles qu'a données Vicq-d'Azyr, et qui ont été généralement acceptées. Vicq-d'Azyr assimilait l'apophyse coracoïde à l'ischion et l'acromion au pubis. Cette erreur due à une fausse ressemblance de forme, ne saurait résister à une analyse méthodique comme celle que nous venons de faire.

J'avais depuis longtemps trouvé la véritable homologie de

l'ischion avec l'acromion et celle du corps du pubis avec l'apophyse coracoïde, lorsque j'ai vu le fait indiqué dans Meckel, dont l'autorité vient ainsi s'ajouter aux arguments que j'ai produits.

La clavicule est l'homologue de la branche descendante du pubis. En effet, la clavicule est en connexion d'une part avec le sommet de l'acromion, et d'autre part avec l'apophyse coracoïde. Or, la branche descendante du pubis joint l'ischion au corps du pubis, leurs homologues. Remarquons que l'épine du pubis devant être considérée comme le sommet de l'apophyse coracoïde, la partie qui s'étend de l'épine du pubis à la symphyse, a pour homologue la partie de la clavicule qui est en dedans de l'apophyse coracoïde.

Ces homologies une fois établies, toutes les autres coulent de source et viennent se ranger spontanément auprès d'elles. Nous avons indiqué les principales au tableau n° 1. Nous n'y insisterons pas. Il en est une cependant qui étonnera, par sa nouveauté ; c'est l'assimilation de la fosse sus-épineuse à la cavité du petit bassin : aucune homologie n'est pourtant plus exacte que celle-là; elle est la juste conséquence de l'homologie qui rapproche l'acromion de l'ischion, et elle sera admise après le moindre examen.

L'homologie des os de la hanche et de l'épaule, telle que je viens de l'établir, est complète dans ses détails comme dans son ensemble. Il serait fastidieux d'énumérer toutes leurs parties homologues; mais il est impossible de ne pas en citer quelques-unes surtout parmi celles qui ont été méconnues. La ligne demi-circulaire inférieure de la fosse iliaque externe n'a pas pour homologue l'épine scapulaire, comme on l'a dit, mais bien la crête qui sépare les insertions du muscle petit rond de celles du muscle sous-épineux. L'échancrure sciatique n'a pas pour homologue la petite échancrure du bord supérieur de l'omoplate, mais bien une large échancrure non encore signalée et qui existe sur le bord postérieur de l'épine scapulaire. Cette échancrure se termine en dehors, à la base de l'acromion, par une saillie qui est l'homologue de l'épine sciatique. Ce n'est pas sans un étonnement singulier que j'ai constaté sur l'omoplate les vestiges de cette échancrure et de cette épine qui semblaient ne devoir appartenir qu'au coxal, sur lequel seul elles ont leur utilité, et par conséquent leur véritable raison

d'être. Leur présence à l'épaule est, à mon sens, une des preuves les plus évidentes de l'unité de composition organique des membres. Le trou sous-pubien a pour homologue l'échancrure acromio-coracoïdienne, ou plutôt le trou acromio-coraco-claviculaire. En effet, les mêmes éléments osseux servent de cadres à ces trous, ainsi que nous l'avons démontré; de plus, le trou sous-pubien communique avec le petit bassin, comme le trou acromio-coraco-claviculaire communique avec la fosse sus-épineuse.

Pour compléter l'étude des homologies du bassin et de l'épaule, il nous reste à considérer dans leur ensemble ces deux ceintures osseuses. L'une est formée par deux os, les coxaux, réunis en avant par la symphyse pubienne, séparés en arrière par l'espace qu'occupe un os du tronc, le sacrum. L'autre est formée par quatre os, les omoplates et les clavicules, réunis en avant par le ligament interclaviculaire, séparés en arrière par l'intervalle qui existe entre les omoplates. Ces ceintures osseuses représentent exactement deux bassins se regardant par leur concavité (fig. 3). En effet la ceinture des épaules n'est qu'un bassin renversé : la partie répondant au petit bassin est tournée vers la tête, la partie répondant au grand bassin est tournée vers le tronc. Pour mieux saisir ces homologies d'ensemble, il est utile de faire subir aux os de l'épaule les changements suivants : Les clavicules seront tournées de telle sorte que leur face supérieure devienne antérieure, et que leur bord postérieur devienne supérieur. L'acromion sera scié à la partie étroite qu'on nomme son pédicule, et tordue de façon que le bord inférieur ou externe devienne supérieur. Il sera dès lors facile de constater la ressemblance des épaules avec le bassin. On reconnaîtra que le petit bassin est formé par les deux fosses sus-épineuses et l'espace intermédiaire; que le grand bassin est marqué par l'espace compris entre les deux fosses sous-scapulaires; que la ligne répondant au détroit inférieur est tracée par le bord postérieur de l'épine scapulaire, l'acromion et le bord postérieur devenu supérieur de la clavicule ; que la ligne du détroit supérieur est dessinée par le bord supérieur du scapulum, l'apophyse coracoïde et le bord antérieur devenu inférieur de la clavicule. La ceinture pelvienne, pour se transformer en ceinture thoracique, a été surtout modifiée dans le petit bassin, dont les dimensions transversales ont été considérable-

ment accrues et les dimensions verticales diminuées. Pour former les épaules, le petit bassin a été comme écrasé et déjeté en dehors.

TABLEAU II.

HOMOLOGIE DES OS DE LA CUISSE ET DU BRAS.	
Fémur.	Humérus.
Tête du fémur.	Tête de l'humérus.
Grand trochanter.	Trochiter.
Petit trochanter.	Trochin.
Bifurcation supérieure de la ligne âpre.	Coulisse bicipitale.
Ligne âpre.	Bord antérieur.
Face antérieure.	Face postérieure.
Empreinte du grand fessier.	Empreinte deltoïdienne.
Tubérosité externe.	Épicondyle.
Tubérosité interne.	Épitrochlée.
Condyle externe.	Condyle huméral.
Condyle interne et trochlée fémorale.	Trochlée humérale.
Dépression sus-trochléenne.	Cavité olécranienne.
Échancrure intercondylienne.	Cavité coronoïde.

L'homologie du fémur et de l'humérus est tellement évidente, qu'il serait superflu d'insister sur sa démonstration. Je me bornerai à faire observer que si on compare les deux os du même côté, ils sont symétriques dans toute leur étendue relativement au plan médian transversal qui les sépare (fig. 1). Ainsi la ligne âpre du fémur est en arrière, la ligne âpre de l'humérus est en avant; la face antérieure du fémur a pour homologue la face postérieure de l'humérus; le grand et le petit trochanter étant plus rapprochés en arrière, le trochiter et le trochin sont plus rapprochés en avant, etc. Si on compare le fémur droit à l'humérus gauche, même homologie, mais directe. Ces homologies s'établissent donc comme celles de la hanche et de l'épaule.

La torsion de l'humérus admise par quelques anatomistes n'existe réellement pas en tant que torsion. Je n'en veux pour preuve que la possibilité de suivre le bord antérieur de l'humérus depuis la coulisse bicipitale où il commence jusqu'à la cavité caronoïde où il finit. Ce qu'on a appelé torsion n'est qu'une gouttière creusée obliquement sur la partie externe de

l'os pour le passage de l'artère humérale profonde et du nerf radial.

Dans ces dernières années, M. Ch. Martins a fondé sur cette prétendue torsion une explication qui, selon son auteur, résoudrait toutes les difficultés du problème de l'homologie des membres. L'honorable professeur de Montpellier admet que l'humérus, chez l'homme et chez les mammifères, est tordu sur lui-même de 180°, et que, pour le comparer au fémur, il faut auparavant le détordre. Cette opération ramène en effet l'olécrâne en avant comme la rotule, et le pouce en dedans comme le gros orteil. L'erreur anatomique sur laquelle repose cette théorie suffit à l'infirmer. Ajoutons que l'homologie symétrique au-dessus de la torsion serait directe au-dessous, ce qui est évidemment inadmissible.

TABLEAU III.

HOMOLOGIE DES OS DE LA JAMBE ET DE L'AVANT-BRAS.	
Tibia.	Cubitus.
Péroné.	Radius.
Rotule.	Olécrâne.
Tubérosité interne du tibia.	Apophyse coronoïde.
Tubérosité externe.	Tête du radius.
Tête du péroné.	Tubérosité bicipitale du radius.
Bord antérieur ou crête du tibia.	Bord postérieur ou crête du cubitus.
Malléole interne.	Apophyse styloïde du cubitus.
Malléole externe.	Apophyse styloïde du radius.

La détermination homologique des os de la jambe et de l'avant-bras est une des difficultés du problème, à en juger par le grand nombre d'hypothèses qu'elle a suscitées. Vicq-d'Azyr compare le cubitus au tibia et le radius au péroné. De Blainville, au contraire, assimile le cubitus au péroné et le radius au tibia. Cruveilhier, dans ses premières éditions, compare la moitié supérieure du tibia au cubitus, et sa moitié inférieure au radius ; le péroné est représenté supérieurement par le radius, inférieurement par le cubitus. Abordant le problème à mon tour, je place l'avant-bras dans la supination afin que les os soient parallèles, comme à la jambe, et je cherche l'homologie symétrique entre le membre pelvien et le membre

thoracique du même côté, l'homologie directe entre les membres de côtés opposés. Les connexions me conduisent à admettre que le cubitus est l'homologue du tibia, comme l'a dit Vicq-d'Azyr : en effet le cubitus est en connexion supérieurement avec la trochlée humérale et inférieurement avec le semi-lunaire, le pyramidal et le pisiforme ; de même le tibia est en connexion par son extrémité supérieure avec la trochlée fémorale et en bas avec l'astragale, le scaphoïde et la petite apophyse du calcanéum que nous verrons représentés au carpe par les os susnommés. Le radius, par la même raison, est l'homologue du péroné ; toutefois la tête du radius représente le condyle externe du tibia. M. Martins a le premier très-bien vu que le chapiteau du tibia est formé par la coalescence des têtes du cubitus et du radius ; mais il a eu le tort d'assimiler, en vue de sa théorie, la tubérosité externe du tibia à la tête du cubitus et la tubérosité interne à la tête du radius, tandis que les connexions indiquent le contraire. Par son extrémité inférieure, le radius est en connexion avec le semi-lunaire et le scaphoïde, comme le péroné l'est avec l'astragale et le calcanéum.

La comparaison des ligaments qui constituent les principaux moyens de connexion, confirme de tous points les homologies qui viennent d'être établies. Je citerai plus particulièrement les ligaments de l'articulation radio-carpienne comparés à ceux de l'articulation tibio-tarsienne. L'articulation radio-carpienne présente quatre ligaments dont trois, l'externe, l'antérieur et le postérieur viennent du radius ; un seul, l'interne, vient du cubitus. L'articulation tibio-tarsienne a quatre ligaments aussi, dont un seul, l'interne, vient du tibia ; les trois autres viennent du péroné, malgré la faible part qu'il prend à cette jointure. Ces connexions rapprochent donc le radius et le péroné à leur extrémité inférieure. Ajoutons que le ligament de Weitbrecht est l'homologue des ligaments qui unissent la tête du péroné au tibia, et que la tête du péroné donne attache au muscle biceps fémoral, comme la tubérosité bicipitale du radius donne attache à son homologue le biceps brachial.

La forme de ces os confirme ces assimilations.

Quelques anatomistes, considérant avant tout le volume et la fonction, ont trouvé plus de ressemblance entre l'extrémité inférieure du radius et celle du tibia, et entre l'extrémité inférieure du cubitus et celle du péroné. J'ai examiné l'extrémité

inférieure de ces os avec la plus scrupuleuse attention, et je suis convaincu que, même au point de vue de la forme, l'extrémité inférieure du radius représente celle du péroné, et l'extrémité inférieure du cubitus celle du tibia; seulement, l'une est plus développée que l'autre. Trois observations nous en donneront la preuve : 1° La malléole péronéale est plus inférieure et plus épaisse que la malléole tibiale; de même l'apophyse styloïde du radius est plus inférieure et plus épaisse que l'apophyse styloïde du cubitus; 2° le radius et le péroné présentent sur leur face postérieure une coulisse pour le passage des tendons des muscles radiaux externes et des muscles péroniers latéraux; 3° au-dessous et en arrière de la surface articulaire cartilagineuse de l'extrémité inférieure du péroné existe une excavation profonde, rugueuse, sans usage, qui au radius est représentée par la partie externe de la surface inférieure articulaire de cet os contiguë au scaphoïde.

Pour compléter ma pensée, je dirai que le radius est un péroné qui s'est annexé, en haut, la tubérosité externe du tibia, en bas, les couches les plus externes du même os. Ce mode d'annexion n'est qu'un procédé de la loi du balancement des organes, dont l'anatomie comparée nous offre de nombreux exemples. J'en citerai particulièrement un pris sur le cheval. Chez cet animal, le péroné est réduit à un petit os styloïde qui descend seulement jusqu'à la moitié du tibia; la malléole externe existe pourtant, mais elle appartient au tibia, qui s'est développé en s'annexant en quelque sorte toute la moitié inférieure du péroné. Au membre antérieur, chez le même animal, le cubitus est réduit à l'apophyse olécranienne et à la crête qui la supporte. Le radius, très-développé, s'est annexé tout le reste; aussi il présente divers éléments qui, chez l'homme, appartiennent au cubitus; telles sont la surface qui s'articule avec la trochlée humérale, l'apophyse coronoïde, etc. C'est en vertu de la même loi que le radius, chez l'homme, représente le péroné accru par l'annexion de la tubérosité externe du tibia et de la lame la plus externe de son extrémité inférieure.

En résumé, les connexions, la forme et l'anatomie comparée proclament que le cubitus, chez l'homme, est l'homologue du tibia dépouillé, en haut et en bas, de ses parties les plus externes, et que le radius est l'homologue du péroné accru d'autant.

TABLEAU IV.

HOMOLOGIE DES OS DU PIED ET DE LA MAIN.	
TARSE.	CARPE.
Calcanéum.	Scaphoïde et pisiforme.
Astragale.	Semi-lunaire et tête du grand os.
Scaphoïde.	Pyramidal.
Premier cunéiforme.	Os crochu.
Deuxième cunéiforme.	Corps du grand os.
Troisième cunéiforme.	Trapézoïde.
Cuboïde.	Trapèze.
MÉTATARSE.	MÉTACARPE.
Premier métatarsien.	Cinquième et quatrième métacarpien.
Deuxième métatarsien.	Troisième métacarpien.
Troisième métatarsien.	Deuxième métacarpien.
Quatrième et cinquième métatarsien.	Premier métacarpien.
ORTEILS.	DOIGTS.
Gros orteil.	Auriculaire et annulaire.
Deuxième orteil.	Médius.
Troisième orteil.	Index.
Quatrième et cinquième orteil.	Pouce.

La démonstration des homologies des os du tarse et du carpe se tirant principalement des connexions des os entre eux, il est nécessaire avant tout de rappeler les trois modes suivant lesquels elles se présentent : 1° Connexions par contiguïté ou articulations ; 2° connexions par continuité à l'aide de ligaments ; 3° connexions par soudure.

CONNEXIONS ET FORMES COMPARÉES DES OS DU TARSE ET DU CARPE.

A. Calcanéum et scaphoïde carpien. — Le calcanéum étant composé de deux os, le calcanéum proprement dit qui répond au scaphoïde carpien et sa petite apophyse qui répond au pisiforme, il nous faut examiner les connexions et la forme de chacun d'eux séparément. Le calcanéum proprement dit est en connexion d'une part avec un seul os de la jambe, le péroné ; connexion par continuité, à l'aide de forts ligaments. D'autre part, il a des connexions avec tous les os du tarse, à l'excep-

inférieure de ces os [illegible] petite apophyse, con-
suis convaincu [illegible], connexion par conti-
mité inférieure [illegible] qui au carpe est soudée à
trémité inf[illegible]arsien, connexion par conti-
est plus [illegible] avec le cuboïde.
neront [illegible], nous devons retrouver au sca-
et plus [illegible] connexions qu'au calcanéum. En
styl[illegible] avec un seul os de l'avant-bras,
ph[illegible]
su[illegible] au carpe : 1° Avec le pisiforme (petite
d[illegible]), par le ligament annulaire antérieur
[illegible] semi-lunaire (astragale) ; 3° avec la tête
[illegible] l'astragale) ; 4° avec le pyramidal (sca-
[illegible] par le ligament que M. Cruveilhier nomme
[illegible]rieur ; 5° avec le trapèze (cuboïde). Ajoutons
[illegible] a une connexion de plus, avec le trapézoïde.
[illegible] forme du calcanéum, il est possible de la re-
[illegible] le scaphoïde carpien, en tenant compte des diffé-
[illegible] volume, de direction et d'usage. Elle est allongée
[illegible] et dans l'autre ; l'excavation articulaire de la face
[illegible] du calcanéum répond à la facette concave qui a
[illegible] au scaphoïde son nom. La saillie du talon est remplacée
[illegible] scaphoïde par la surface convexe qui s'articule avec le radius. La face antérieure du calcanéum unie au cuboïde répond à la facette par laquelle le scaphoïde s'articule avec le trapèze.

B. Petite apophyse du calcanéum et pisiforme. — La petite apophyse du calcanéum, considérée comme un os à part est en connexion : 1° Avec un des os de la jambe, le tibia ; 2° avec le calcanéum ; 3° avec le scaphoïde.

Le pisiforme, son homologue, est en connexion : 1° Avec le cubitus (tibia) ; 2° avec le scaphoïde carpien (calcanéum), à l'aide du ligament annulaire antérieur du carpe ; 3° avec le pyramidal (scaphoïde tarsien). Les deux cordons fibreux qui du pisiforme se portent à l'os crochu et au cinquième métacarpien sont moins des ligaments articulaires que des prolongements du tendon du cubital antérieur. La forme arrondie de la petite apophyse du calcanéum rappelle évidemment le pisiforme.

C. Astragale et semi-lunaire. — L'astragale est composé de deux os : l'astragale proprement dit, qui répond au semi-

lunaire; et la tête de l'astragale, qui répond à la tête du grand os. L'astragale est en connexion avec les deux os de la jambe, tibia et péroné. Au tarse, il est en connexion : 1° Avec le calcanéum; 2° avec le scaphoïde; 3° avec la tête de l'os. Le semi-lunaire est en connexion avec les deux os de l'avant-bras. Au carpe, il est en connexion : 1° Avec le scaphoïde carpien (calcanéum); 2° avec le pyramidal (scaphoïde tarsien); 3° avec la tête du grand os (tête de l'astragale). La forme est la même pour les deux os. En effet, quand l'astragale a été privé de sa tête, il a une forme semi-lunaire, comme le semi-lunaire carpien. La face supérieure convexe et la face inférieure concave de l'astragale ressemblent parfaitement à la facette supérieure convexe et à la facette inférieure concave du semi-lunaire.

D. Scaphoïde tarsien et pyramidal. — Le scaphoïde est en connexion avec tous les os du tarse; avec le calcanéum, par continuité, à l'aide de forts ligaments, et avec tous les autres, par contiguïté. Tandis que le scaphoïde est comme enclavé entre les os de la première et de la seconde rangée du tarse, le pyramidal demeure sur le bord interne du carpe; mais il a des connexions avec tous les os carpiens : 1° Avec le pisiforme (petite apophyse du calcanéum); 2° avec le semi-lunaire (astragale); 3° avec le scaphoïde (calcanéum), à l'aide du ligament que M. Cruveilhier nomme glénoïdien postérieur; 4° avec l'os crochu (premier cunéiforme); 5° avec le grand os (deuxième cunéiforme), par des ligaments dorsaux et palmaires; 6° avec le trapézoïde et le trapèze, par le ligament dorsal commun superficiel. La forme, bien que très-irrégulière pour les deux os, présente cependant une ressemblance marquée : la facette légèrement concave du pyramidal, qui concourt à former l'énarthrose carpienne, répond à la face postérieure concave du scaphoïde.

E. Premier cunéiforme et os crochu. — Le premier cunéiforme est en connexion : 1° Avec le scaphoïde; 2° avec le deuxième cunéiforme; 3° avec le premier métatarsien. L'os crochu, son homologue, est en connexion : 1° Avec le pyramidal (scaphoïde tarsien); 2° avec le grand os (deuxième cunéiforme); 3° avec les quatrième et cinquième métacarpiens qui sont les homologues du premier métatarsien, ainsi qu'il sera démontré plus loin.

Pour bien saisir la ressemblance de forme de ces deux os, il

tion des trois cunéiformes : 1° Avec sa petite apophyse, connexion par soudure ; 2° avec l'astragale, connexion par contiguïté ; 3° avec la tête de l'astragale qui au carpe est soudée à un autre os ; 4° avec le scaphoïde tarsien, connexion par continuité, à l'aide de ligaments ; 5° avec le cuboïde.

Si cette homologie est exacte, nous devons retrouver au scaphoïde carpien les mêmes connexions qu'au calcanéum. En effet, le scaphoïde s'articule avec un seul os de l'avant-bras, le radius (péroné).

Il est en connexion au carpe : 1° Avec le pisiforme (petite apophyse du calcanéum), par le ligament annulaire antérieur du carpe ; 2° avec le semi-lunaire (astragale) ; 3° avec la tête du grand os (tête de l'astragale) ; 4° avec le pyramidal (scaphoïde tarsien), par le ligament que M. Cruveilhier nomme glénoïdien postérieur ; 5° avec le trapèze (cuboïde). Ajoutons que le scaphoïde a une connexion de plus, avec le trapézoïde.

Quant à la forme du calcanéum, il est possible de la retrouver dans le scaphoïde carpien, en tenant compte des différences de volume, de direction et d'usage. Elle est allongée dans l'un et dans l'autre ; l'excavation articulaire de la face supérieure du calcanéum répond à la facette concave qui a valu au scaphoïde son nom. La saillie du talon est remplacée au scaphoïde par la surface convexe qui s'articule avec le radius. La face antérieure du calcanéum unie au cuboïde répond à la facette par laquelle le scaphoïde s'articule avec le trapèze.

B. Petite apophyse du calcanéum et pisiforme. — La petite apophyse du calcanéum, considérée comme un os à part est en connexion : 1° Avec un des os de la jambe, le tibia ; 2° avec le calcanéum ; 3° avec le scaphoïde.

Le pisiforme, son homologue, est en connexion : 1° Avec le cubitus (tibia) ; 2° avec le scaphoïde carpien (calcanéum), à l'aide du ligament annulaire antérieur du carpe ; 3° avec le pyramidal (scaphoïde tarsien). Les deux cordons fibreux qui du pisiforme se portent à l'os crochu et au cinquième métacarpien sont moins des ligaments articulaires que des prolongements du tendon du cubital antérieur. La forme arrondie de la petite apophyse du calcanéum rappelle évidemment le pisiforme.

C. Astragale et semi-lunaire. — L'astragale est composé de deux os : l'astragale proprement dit, qui répond au semi-

lunaire; et la tête de l'astragale, qui répond à la tête du grand os. L'astragale est en connexion avec les deux os de la jambe, tibia et péroné. Au tarse, il est en connexion : 1° Avec le calcanéum; 2° avec le scaphoïde; 3° avec la tête de l'os. Le semi-lunaire est en connexion avec les deux os de l'avant-bras. Au carpe, il est en connexion : 1° Avec le scaphoïde carpien (calcanéum); 2° avec le pyramidal (scaphoïde tarsien); 3° avec la tête du grand os (tête de l'astragale). La forme est la même pour les deux os. En effet, quand l'astragale a été privé de sa tête, il a une forme semi-lunaire, comme le semi-lunaire carpien. La face supérieure convexe et la face inférieure concave de l'astragale ressemblent parfaitement à la facette supérieure convexe et à la facette inférieure concave du semi-lunaire.

D. Scaphoïde tarsien et pyramidal. — Le scaphoïde est en connexion avec tous les os du tarse; avec le calcanéum, par continuité, à l'aide de forts ligaments, et avec tous les autres, par contiguïté. Tandis que le scaphoïde est comme enclavé entre les os de la première et de la seconde rangée du tarse, le pyramidal demeure sur le bord interne du carpe; mais il a des connexions avec tous les os carpiens : 1° Avec le pisiforme (petite apophyse du calcanéum); 2° avec le semi-lunaire (astragale); 3° avec le scaphoïde (calcanéum), à l'aide du ligament que M. Cruveilhier nomme glénoïdien postérieur; 4° avec l'os crochu (premier cunéiforme); 5° avec le grand os (deuxième cunéiforme), par des ligaments dorsaux et palmaires; 6° avec le trapézoïde et le trapèze, par le ligament dorsal commun superficiel. La forme, bien que très-irrégulière pour les deux os, présente cependant une ressemblance marquée : la facette légèrement concave du pyramidal, qui concourt à former l'énarthrose carpienne, répond à la face postérieure concave du scaphoïde.

E. Premier cunéiforme et os crochu. — Le premier cunéiforme est en connexion : 1° Avec le scaphoïde; 2° avec le deuxième cunéiforme; 3° avec le premier métatarsien. L'os crochu, son homologue, est en connexion : 1° Avec le pyramidal (scaphoïde tarsien); 2° avec le grand os (deuxième cunéiforme); 3° avec les quatrième et cinquième métacarpiens qui sont les homologues du premier métatarsien, ainsi qu'il sera démontré plus loin.

Pour bien saisir la ressemblance de forme de ces deux os, il

faut faire abstraction de l'apophyse supérieure de l'os crochu, qui concourt à former la tête de l'énarthrose carpienne. La face interne du cunéiforme répond à la face dorsale de l'os crochu. La face inférieure ou base du coin répond au crochet de l'unciforme.

F. Deuxième cunéiforme et corps du grand os. — Le deuxième cunéiforme est en connexion : 1° Avec le premier cunéiforme ; 2° avec le troisième ; 3° avec le scaphoïde ; 4° avec le deuxième métatarsien.

Le corps du grand os est en connexion : 1° Avec l'os crochu (premier cunéiforme) ; 2° avec le trapézoïde (troisième cunéiforme) ; 3° avec le pyramidal, par les ligaments glénoïdiens ; 4° avec le troisième métacarpien (deuxième métatarsien). La ressemblance de forme est évidente.

G. Troisième cunéiforme et trapézoïde. — Le troisième cunéiforme est en connexion : 1° Avec le deuxième cunéiforme ; 2° avec le cuboïde ; 3° avec le scaphoïde ; 4° avec le troisième métatarsien. Le trapézoïde est en connexion : 1° Avec le grand os ; 2° avec le trapèze (cuboïde) ; 3° avec le pyramidal, par le ligament dorsal commun superficiel ; 4° avec le deuxième métacarpien (troisième métatarsien). Chacun de ces os a évidemment la forme d'un coin.

H. Cuboïde et trapèze. Le cuboïde est en connexion : 1° Avec le calcanéum ; 2° avec le scaphoïde ; 3° avec le troisième cunéiforme ; 4° avec les quatrième et cinquième métatarsiens.

Le trapèze est en connexion : 1° Avec le scaphoïde carpien ; 2° avec le pyramidal, par le ligament dorsal commun superficiel ; 3° avec le trapézoïde ; 4° avec le premier métacarpien. Forme cuboïdale pour tous les deux ; la tubérosité de la face palmaire du trapèze répète celle de la face plantaire du cuboïde.

En résumé, les connexions et la forme des os du tarse et du carpe démontrent de la manière la plus complète leurs homologies telles que nous les avons tracées au quatrième tableau.

J'ajouterai une réflexion : huit os carpiens placés sur deux rangées et sept os tarsiens également sur deux rangées, se répondant homologiquement, méritent d'être désignés, non par des noms spéciaux qui surchargent inutilement la mémoire, mais par les noms numériques de premier, deuxième, etc., comme on le fait avec tant d'avantage pour les métacarpiens, les phalanges, les vertèbres, les côtes.

Nous abordons maintenant, avec l'étude des os du métatarse et des phalanges comparés à leurs homologues de la main, la dernière et la plus grande difficulté du problème. Nous espérons qu'elle sera résolue de la manière la plus satisfaisante.

Quand, après avoir mis la main en supination et en extension, on la compare au pied du même côté, l'homologie des deux organes doit être symétrique, comme elle 'est pour le reste des deux membres. Or, dans cette position, nous voyons que le gros orteil est en dedans et le pouce en dehors. La symétrie semble donc en défaut. Cette objection serait grave, en effet, s'il était démontré que le pouce et le gros orteil sont homologues, comme on l'admet généralement. Mais je crois pouvoir démontrer le contraire en établissant la preuve des deux propositions que voici :

1° Le gros orteil et le pouce ne sont pas simples, mais binaires, c'est-à-dire, formés par la coalescence de deux doigts ;

2° Le gros orteil a pour homologues les deux derniers doigts, c'est-à-dire l'annulaire et l'auriculaire; le pouce a pour homologues les deux derniers orteils. (Voyez fig. 4.)

Je commencerai par la première proposition :

L'anatomie descriptive nous montre le gros orteil et le pouce beaucoup plus gros et plus larges que les autres doigts, dont ils se distinguent encore par quelques caractères particuliers. Le métatarsien du gros orteil surtout est remarquable par son volume colossal et par les vestiges encore apparents des deux os dont il est formé. Son extrémité antérieure ou digitale présente une tête carrée, volumineuse, évidemment constituée par la réunion latérale des têtes oblongues de deux métatarsiens. Cette tête a, vers la face plantaire, sur le premier métatarsien, deux rainures séparées par une crête verticale; sur les autres, elle n'a qu'une seule rainure qui est médiane. L'extrémité postérieure du premier métatarsien offre, sur la facette semi-lunaire destinée à s'articuler avec le premier cunéiforme, une espèce d'étranglement qui va quelquefois jusqu'à la diviser en deux facettes articulaires secondaires placées l'une au-dessus de l'autre. Les autres métatarsiens ne présentent pas de semblable disposition. Je conclus de ces faits que le premier métatarsien est binaire, c'est-à-dire formé par la coalescence de deux métatarsiens simples, et que ces deux os sont soudés de

telle sorte que celui qui est interne en avant devient inférieur en arrière.

Le volume énorme des phalanges du gros orteil est évidemment en rapport avec celui de leur métatarsien, et, comme lui, elles ont une composition binaire.

Les mêmes remarques pouvant être faites sur le pouce, bien que les particularités soient moins apparentes, il est logique d'admettre également qu'il est formé par la coalescence de deux doigts.

L'anatomie comparée nous montre la fréquence des coalescences de cette nature. Nous en citerons quelques exemples :

Chez les ruminants, le métacarpien principal résulte de la soudure de deux métacarpiens. Peut-être même doit-on considérer ces deux métacarpiens comme formés eux-mêmes de deux métacarpiens simples, en sorte que le métacarpien principal serait en réalité une coalescence de quatre os. L'os canon du cheval pourrait de même être considéré comme une coalescence de deux métacarpiens. Les mêmes observations s'appliquent aux phalanges. On peut encore citer l'extrémité inférieure du tibia, chez le cheval, comme évidemment formée par la soudure du tibia et du péroné, etc.

L'anatomie anormale confirme de la manière la plus heureuse la théorie de la composition binaire du pouce et du gros orteil. « L'existence de deux pouces ou d'un pouce bifurqué n'est pas rare chez l'homme. » (I. Geoffroy Saint-Hilaire.) L'expression de duplication du pouce, dont on s'est servi pour désigner cette anomalie, est toutefois impropre. Généralement cette anomalie n'est pas une multiplication, mais bien une division du pouce par deux. C'est ce qu'il est facile de constater sur une pièce qu'un élève de l'école de Lyon, M. Fontan, m'a remise, et qui présente une division du pouce droit. Le métacarpien, sur cette pièce, a son volume ordinaire, mais les deux pouces qu'il supporte, chacun considéré isolément, sont plus petits qu'à l'état normal; réunis, ils formeraient un pouce de volume ordinaire, comme leur métacarpien. Il est donc évident qu'il existe ici une division du pouce en deux, et que cette anomalie est une répétition homologique d'une disposition du pied.

La composition binaire du pouce et du gros orteil démontrée, il reste encore à expliquer pourquoi ils diffèrent des autres

doigts par l'absence d'une phalange. Cette différence n'est que spécieuse. En effet, la phalange moyenne qui manque au gros orteil et au pouce, est représentée chez eux par un os sésamoïde fort remarquable qu'on trouve dans le ligament antérieur ou glénoïdien de l'articulation des phalanges entre elles, et qu'il ne faut pas confondre avec les os sésamoïdes de l'articulation métacarpo-phalangienne.

Terminons en rappelant deux anomalies extrêmement remarquables qui démontrent, à mon sens, d'une manière péremptoire que le pouce est une coalescence de deux doigts en tout semblables aux autres doigts. « Paul Dubois a présenté à l'Académie de médecine, en avril 1826, un enfant sexdigitaire chez lequel le pouce, égal en longueur aux autres doigts, avait comme eux trois phalanges. » (I. Geoffroy Saint-Hilaire, *Des anomalies*, tome I, page 672.)

M. Delore a présenté récemment à la Société des sciences médicales de Lyon le moule en plâtre d'une main sexdigitaire sur laquelle le pouce m'a paru représenté par les deux premiers doigts : le premier, très-petit, n'avait que deux phalanges, le second en avait trois comme les autres doigts qui étaient parfaitement normaux.

J'arrive à la seconde proposition dans laquelle j'ai à démontrer que le gros orteil a pour homologues les deux derniers doigts et le pouce les deux derniers orteils. Cela résulte des connexions. En effet, le premier métatarsien s'articule avec un seul os du tarse, le premier cunéiforme; de même les métacarpiens du petit doigt et de l'annulaire s'articulent avec un seul os du carpe, l'os crochu, que ses connexions donnent pour homologue au précédent. Le pouce est en connexion par son métacarpien avec un seul os du carpe, le trapèze, qui a pour homologue le cuboïde avec lequel s'articulent les quatrième et cinquième métatarsiens. En conséquence, le gros orteil et le pouce ne sont pas homologues entre eux, mais chacun respectivement avec les deux derniers doigts du membre homologue.

Je crois donc avoir démontré cette formule générale : *Le gros orteil est binaire et homologue des deux derniers doigts; le pouce est binaire et homologue des deux derniers orteils.*

L'homologie des autres doigts est maintenant facile à établir. Le deuxième orteil a pour homologue le troisième doigt ou

médius. En effet, ils ont les mêmes connexions, l'un avec le deuxième cunéiforme, l'autre avec le grand os; ils sont les doigts les plus longs du pied et de la main; enfin, c'est par eux que passent les axes du pied et de la main, admis par M. Cruveilhier dans sa lumineuse explication de l'action des muscles interosseux.

Le troisième orteil a pour homologue le deuxième doigt ou index; les connexions de l'un avec le troisième cunéiforme sont les mêmes que celles de l'autre avec le trapézoïde.

Ainsi se trouve résolue, par la formule que j'ai donnée, la dernière difficulté du problème de l'homologie des membres pelviens et thoraciques, et par conséquent le problème tout entier. La solution est complète, et je ne crois pas qu'aucune objection sérieuse puisse s'élever contre elle. Tout principe vrai entraîne avec lui des conséquences qui le fortifient et qui en sont pour ainsi dire la sanction. C'est ce qu'il nous sera donné de voir, au chapitre de l'homologie des muscles du pied et de la main.

HOMOLOGIE DU SYSTÈME MUSCULAIRE.

TABLEAU V.

HOMOLOGIE DES MUSCLES DU BASSIN ET DE L'ÉPAULE.	
Grand fessier et carré de la cuisse.	Deltoïde.
Moyen fessier.	Sous-épineux.
Petit fessier.	Petit rond.
Pyramidal, obturateur interne et jumeaux pelviens.	Sus-épineux.
Obturateur externe.	Petit pectoral.
Iliaque.	Sous-scapulaire.

Je ne m'attacherai pas à justifier en détail toutes les homologies du cinquième tableau. Il suffit de se rappeler l'anatomie descriptive des muscles du bassin et de l'épaule pour admettre, sans autre examen, la plupart d'entre elles. Il en est quelques-unes cependant sur lesquelles il est nécessaire de s'expliquer.

Je ne dirai qu'un mot du carré de la cuisse, que je considère comme le faisceau claviculaire du deltoïde. Cette homologie me paraît démontrée par les insertions des muscles, et par

une anomalie qui s'est rencontrée, et dans laquelle la moitié antérieure du deltoïde était absente. Ce deltoïde anormal répétait exactement la disposition du grand fessier.

Je m'arrêterai davantage sur le muscle sus-épineux auquel je donne pour homologues quatre muscles : le pyramidal, l'obturateur interne et les jumeaux pelviens, que M. Cruveilhier nomme avec tant de raison quadrijumeaux. Cette homologie se démontre par les connexions : le sus-épineux naît de toute l'étendue de la fosse sus-épineuse qui représente, ainsi que nous l'avons fait voir, le petit bassin ; les quadrijumeaux naissent de l'intérieur du petit bassin et de ses bords. Le sus-épineux va se fixer à la facette la plus élevée du trochiter ; les quadrijumeaux se fixent par une insertion commune au sommet du grand trochanter. Ces raisons justifient suffisamment le rapprochement que j'ai fait entre ces muscles. Remarquons toutefois que, tandis que le pyramidal et l'obturateur interne sortent du bassin par l'échancrure sciatique, le sus-épineux se rend à l'humérus à travers le trou acromio-coraco-claviculaire qui répond au trou sous-pubien. Cette différence tient à l'état d'atrophie des organes qui, à l'épaule, représentent le petit bassin.

Une autre homologie, sur laquelle nous appelons l'attention, est celle de l'obturateur externe avec le petit pectoral. Elle paraît peu naturelle au premier abord, et pourtant je la considère comme très-exacte. Elle m'a été révélée par une anomalie fort curieuse qui, croyons-nous, n'a pas encore été signalée par les auteurs, et dont la pièce, trouvée par un élève de l'école, M. Reverchon, est déposée dans nos collections anatomiques. Sur cette pièce, le petit pectoral ne s'insère pas à l'apophyse coracoïde, mais il glisse sur la face supérieure de cette éminence à l'aide d'une synoviale, et il va se fixer à l'humérus en dedans de la grosse tubérosité, au-dessous du sus-épineux, en confondant son tendon avec les fibres de la capsule articulaire. Cette insertion anomale rappelle exactement l'insertion de l'obturateur externe au fond de la cavité digitale du grand trochanter. Il faut donc considérer le petit pectoral comme un obturateur externe dont l'insertion fémorale a été oblitérée. Elle est rétablie dans l'anomalie que je viens de rapporter, et qui n'est en réalité qu'une homologie plus complète.

TABLEAU VI.

HOMOLOGIE DES MUSCLES DE LA CUISSE ET DU BRAS.	
Triceps fémoral.	Triceps brachial.
Couturier.	Grand rond.
Muscle du fascia lata.	Faisceau scapulaire du grand dorsal.
Long chef du biceps et demi-tendineux.	Long chef du biceps brachial.
Court chef du biceps.	Chef surnuméraire du biceps trifide.
Demi-membraneux.	Brachial antérieur.
Grand adducteur.	Grand pectoral.
Moyen adducteur.	Coraco-brachial.
Pectiné.	Coraco-brachial surnuméraire.
Petit adducteur.	Court chef du biceps.
Droit interne.	Faisceau anomal longeant le grand pectoral.

L'homologie du triceps fémoral, dans lequel est compris le droit antérieur, comme l'a fait Cruveilhier, avec le triceps brachial est évidente par elle-même, et ne nous arrêtera pas.

Celle du couturier avec le grand rond demande quelques explications. Le grand rond est un couturier atrophié dans ses trois quarts inférieurs : 1° Ces muscles ont les mêmes insertions supérieures, l'un à l'épine iliaque antérieure et supérieure, l'autre à l'angle inférieur de l'omoplate : si le grand rond s'insère d'autre part à l'humérus et non à l'avant-bras, cela tient à sa brièveté. 2° Mêmes connexions avec les autres muscles de la cuisse et du bras, et notamment avec le triceps. 3° Il existe une anomalie assez rare qui consiste en un faisceau musculaire placé sous la peau, en dehors de l'aponévrose brachiale, naissant par de courtes fibres tendineuses du grand dorsal et du grand rond, près de leur insertion humérale, et aboutissant au grand pectoral, également par de courtes fibres tendineuses. Ce muscle anomal, qui avait six centimètres de long sur deux de large, chez un sujet fortement musclé où je l'ai observé, passait transversalement au devant du paquet des vaisseaux et nerfs du bras : disposition qui rappelle celle du couturier passant obliquement au devant des nerfs et vaisseaux de la cuisse. Aussi je regarde ce muscle anomal comme une véritable conti-

nuation du grand rond et comme l'homologue de la portion moyenne du couturier.

On ne saurait contester l'homologie de la longue portion du biceps fémoral avec la longue portion du biceps brachial. Mais il n'y a aucun rapport homologique entre les courtes portions de ces muscles. Les anatomistes ont signalé et j'ai rencontré plusieurs fois une anomalie apparemment très-commune, dans laquelle un chef surnuméraire partant du tiers moyen de l'humérus vient se joindre au biceps et le convertir en triceps. Ce chef anomal, qui parfois est très-volumineux, comme dans une pièce qu'un élève, M. Bochud, m'a remise, répond évidemment à la courte portion du biceps fémoral. Une autre anomalie, qui répète à la cuisse la disposition ordinaire du bras, c'est l'absence de la courte portion du biceps fémoral.

Quant au muscle qui porte le nom de courte portion du biceps brachial, il représente un des adducteurs de la cuisse que, d'après les connexions, je pense être le petit adducteur.

Le demi-tendineux n'a point d'homologue au bras; il a été absorbé par le biceps; cela résulte, à mon sens, des circonstances suivantes : 1° Le biceps fémoral et le demi-tendineux naissent de l'ischion par une insertion commune qui est un commencement de fusion; 2° le demi-tendineux est un des muscles de la patte d'oie; or, l'expansion aponévrotique du tendon du biceps brachial, qui est évidemment au bras le vestige de la patte d'oie, lui vient de sa fusion virtuelle avec l'homologue du demi-tendineux.

Le brachial antérieur représente bien par ses connexions inférieures le demi-membraneux. S'il s'insère supérieurement à l'humérus au lieu de s'insérer à l'acromion, c'est que ce dernier os est évidemment un organe atrophié.

Arrivons aux adducteurs. L'homologie du grand adducteur et du grand pectoral est incontestable. Elle repose sur les connexions et sur la forme de ces muscles. En outre, elle explique certaines dispositions remarquables du grand pectoral. L'une d'elles a beaucoup exercé la sagacité des anatomistes, et consiste en une contorsion des fibres musculaires qui se rendent à un tendon aplati et formé de deux lames, dont l'une, antérieure, reçoit les fibres supérieures du muscle, et l'autre, postérieure, reçoit les fibres inférieures. M. Cruveilhier a exprimé l'idée que cette double disposition de la contorsion des

fibres musculaires et de la duplicature du tendon s'oppose au déplacement des fibres, en leur permettant de se faire mutuellement obstacle. J'avais pensé depuis longtemps qu'elle a pour but de permettre une abduction plus complète du bras. Aujourd'hui il est évident pour moi que la raison première est la raison homologique, dont les précédentes ne sont que la conséquence modifiée par la fonction. En effet, le grand adducteur s'insérant à l'interstice de la ligne âpre du fémur, dans toute sa longueur, son homologue doit avoir une longue insertion à l'humérus. Mais comme celle-ci, en descendant trop bas, eût empêché l'abduction du membre, le grand pectoral s'est contourné de manière à ramener ses fibres les plus inférieures au même niveau d'insertion humérale que les supérieures, et à convertir par la duplicature de son tendon une longue insertion droite en deux insertions parallèles plus courtes. Pour bien comprendre cette remarquable disposition du grand pectoral, il faut se représenter le grand adducteur détaché du fémur dans la moitié inférieure de son insertion, et celle-ci repliée au devant de la moitié supérieure.

Il est une autre disposition du grand pectoral qui peut être considérée comme une anomalie, et que l'homologie peut seule expliquer. M. Cruveilhier la décrit ainsi dans sa première édition : « Il n'est pas rare de voir ces deux lames (celles du tendon du grand pectoral), séparées l'une de l'autre par la longue portion du biceps dont elles concourent à former la coulisse. » D'après notre manière d'envisager les choses, l'homologie symétrique exigeait que l'insertion humérale du grand pectoral fût placée en arrière du biceps, pour répondre exactement à l'insertion du grand adducteur qui est placée en avant du biceps fémoral. Or l'anomalie dont parle M. Cruveilhier a réalisé en partie cette disposition, puisqu'une moitié du grand pectoral va s'insérer en arrière du tendon du biceps.

Les insertions et les connexions ne permettent pas de méconnaître l'homologie du coraco-brachial avec le moyen adducteur.

Nous croyons reconnaître l'homologue du pectiné dans un muscle anomal que M. Cruveilhier désigne ainsi dans une note : (Cruveilhier; *Traité d'anatomie descriptive*, 1re édit., tome II, page 164). « J'ai rencontré un petit coraco-brachial surnuméraire, étendu de la base de l'apophyse coracoïde au-dessous

du petit trochanter de l'humérus, immédiatement au-dessous des insertions du sous-scapulaire. » Cela répond exactement aux insertions et aux rapports du pectiné. Quant au petit adducteur, il deviendrait, ainsi que je l'ai dit, la courte portion du biceps, en changeant son insertion fémorale en une adjonction au biceps.

Le droit interne enfin a disparu au membre thoracique, mais il reparaît parfois sous forme d'anomalie. C'est la signification que nous donnons à cette anomalie singulière que décrit M. Cruveilhier dans une note (tome II, page 85) : « J'ai vu un faisceau musculaire très-grêle, né de l'aponévrose abdominale, longer le bord externe du grand pectoral, dont il était parfaitement distinct, et se terminer au niveau de l'insertion humérale de ce muscle par une languette tendineuse. Cette languette se continuait le long du bord interne du bras, adhérait à la cloison musculaire aponévrotique, et recevait un petit faisceau musculaire, né de cette cloison, pour venir se fixer à l'épitrochlée. »

Nous terminons par une remarque sur les muscles dont les tendons concourent à former la patte d'oie : ces muscles sont presque entièrement oblitérés au membre thoracique. En effet, du couturier il ne reste que le grand rond qui n'a guère que le quart de la longueur de son homologue; le droit interne a disparu complétement, et ne reparaît parfois que comme anomalie; le demi-tendineux s'est fusionné avec le biceps, et ce dernier fait explique la présence au tendon du biceps brachial de cette expansion aponévrotique, qui est le vestige de la patte d'oie.

Nos observations relatives aux muscles de la jambe et de l'avant-bras, porteront principalement sur les extenseurs et les fléchisseurs des orteils et des doigts. L'homologie de ces muscles est en accord parfait avec la théorie que j'ai développée, de la composition binaire du gros orteil et de son homologie avec les deux derniers doigts.

L'extenseur propre du gros orteil a pour homologue l'extenseur propre du petit doigt. Ce rapprochement se justifie par les connexions des deux muscles, et par ce fait que le peti doigt est un des composants du gros orteil. Il explique à son tour la présence, au moins singulière, d'un muscle extenseur propre du petit doigt. Il existe une variété anatomique dans

laquelle l'extenseur propre du petit doigt envoie un faisceau à l'annulaire; une autre, consistant en un faisceau surnuméraire allant de l'extenseur propre du gros orteil à ses deux phalanges : ces anomalies s'expliquent par la composition binaire du gros orteil homologue des deux derniers doigts.

TABLEAU VII.

HOMOLOGIE DES MUSCLES DE LA JAMBE ET DE L'AVANT-BRAS.	
Jambier antérieur.	Cubital postérieur.
Extenseur propre du gros orteil.	Extenseur propre du petit doigt.
Extenseur commun des orteils.	Extenseur commun des doigts.
Péronier antérieur.	Long abducteur et court extenseur du pouce.
Long péronier latéral.	Long radial externe.
Court péronier latéral.	Court radial externe.
Jumeau externe.	Long supinateur.
Jumeau interne.	Rond pronateur.
Plantaire grêle.	Petit palmaire.
Soléaire.	Grand palmaire et portion supérieure du fléchisseur sublime.
Poplité.	Court supinateur.
Jambier postérieur.	Cubital antérieur.
Long fléchisseur du gros orteil.	Long fléchisseur du pouce.
Long fléchisseur commun des orteils.	Fléchisseur profond des doigts.
Accessoire du long fléchisseur.	Carré pronateur?
Portion du triceps?	Anconé.

Le péronier antérieur est encore un de ces muscles à peu près inutiles, au point de vue fonctionnel, et dont l'homologie peut seule expliquer la présence. Il répond, par ses deux tendons, à deux muscles de l'avant-bras, le long abducteur du pouce et le court extenseur du pouce, lesquels ne forment réellement qu'un seul muscle à leur origine. Cette assimilation est une conséquence de la théorie qui considère le cinquième orteil comme l'un des composants du pouce. M. Cruveilhier, d'ordinaire si judicieux dans ses rapprochements, a eu tort, à mon sens, de réunir le péronier antérieur à l'extenseur commun des orteils, par la raison que ses homologues de l'avant-bras sont parfaitement distincts de l'extenseur commun des doigts.

L'extenseur commun des orteils et l'extenseur commun des

doigts se correspondent manifestement, et ne donnent lieu à aucune remarque particulière.

Pour compléter ce que nous avons à dire des extenseurs, il nous faudrait parler ici du long extenseur du pouce, et de l'extenseur propre de l'index ; mais ces muscles étant, selon nous, les homologues du pédieux, il n'en sera question que lorsque nous parlerons des muscles du pied et de la main. Nous verrons que le long extenseur du pouce répond au faisceau que le pédieux envoie au quatrième orteil, l'un des composants du pouce, et l'extenseur propre de l'index au faisceau du troisième ; ce qui est d'accord avec la composition binaire du pouce homologue des deux derniers orteils.

L'homologie incontestable et incontestée du long fléchisseur du gros orteil avec le long fléchisseur du pouce, paraît au premier abord contraire à la théorie que j'ai établie de l'homologie du gros orteil avec les deux derniers doigts, et favorable à celle que je combats, de l'homologie du gros orteil avec le pouce. La vraie théorie semblait indiquer un fléchisseur du petit doigt, pour homologue au fléchisseur du gros orteil, conformément à la disposition que nous avons vue aux extenseurs. L'homologie dont il s'agit a pourtant une explication bien simple, qui nous montrera en même temps avec quel art merveilleux des transitions, quels ménagements infinis la nature opère, sur le type primitif, les changements nécessités par les fonctions. Nous savons que le long fléchisseur du gros orteil envoie au long fléchisseur commun, en le croisant dans la plante du pied, un fort tendon de communication ; mais les anatomistes ont eu le tort de ne pas noter, et j'ai constaté par de nombreuses dissections que ce tendon se divise à son tour en quatre faisceaux, qui vont se rendre respectivement à chacun des quatre tendons du long fléchisseur commun, de sorte que le long fléchisseur du gros orteil est en réalité un fléchisseur des cinq orteils. Que l'on admette la réunion des tendons des deux derniers orteils et l'oblitération des autres, on aura le long fléchisseur du pouce. Ainsi le tendon de communication que le long fléchisseur du gros orteil envoie au long fléchisseur commun est un pont jeté en vue du déplacement que son homologue de la main, pour raison physiologique, doit subir.

Pour conclure, je dirai que le long fléchisseur du gros orteil et son homologue, le long fléchisseur du pouce, attestent, par

leur insertion inférieure au pouce et au gros orteil, une ressemblance physiologique, mais nullement homologique entre ces deux doigts.

C'est pour une même cause et par un mécanisme identique que s'accomplit la transformation du long fléchisseur commun des orteils. Ce muscle est aussi un fléchisseur des cinq orteils; car j'ai trouvé une variété anatomique, dont j'ai déposé un exemple dans les collections de l'école, et par laquelle ce muscle envoie un tendon de communication au long fléchisseur du gros orteil, en échange de celui qu'il en reçoit. Qu'on suppose oblitérés les tendons des quatrième et cinquième orteils, on aura le fléchisseur profond des doigts.

Un mot seulement sur le fléchisseur sublime des doigts. Ce muscle, par la disposition de ses tendons perforés, est manifestement l'homologue du court fléchisseur commun des orteils. On peut donc s'étonner de le voir, dans le tableau précédent, mis au rang d'homologue du soléaire. Rien n'est pourtant plus exact. Le fléchisseur sublime est un muscle digastrique, du moins pour ses deux faisceaux extrêmes; je l'ai vu digastrique pour trois de ses faisceaux; il est évident que les ventres inférieurs seuls sont les homologues du court fléchisseur commun des orteils. Quant à la masse principale du muscle, unie au grand palmaire, elle représente le soléaire. Cette circonstance d'avoir deux muscles pour homologues à l'avant-bras, explique la division par une cloison aponévrotique, que le soléaire présente dans une partie de sa longueur.

Si la théorie du gros orteil homologue des deux derniers doigts, et du pouce homologue des deux derniers orteils prête un appui si efficace à l'homologie des muscles de la jambe et de l'avant-bras, elle est bien plus indispensable encore à l'homologie des muscles du pied et de la main. Sans elle, tout est singularité, anomalie ou jeu de la nature; avec elle, tout s'éclaire et s'explique de la manière la plus satisfaisante : c'est, en un mot, la clef de l'homologie musculaire des deux dernières sections des membres.

D'abord cette théorie peut seule expliquer la présence des trois muscles extenseurs ou abducteur du pouce et celle d'un extenseur propre de l'index. En effet, nous avons vu que le long abducteur du pouce et son court extenseur sont les homologues des deux faisceaux du péronier antérieur.

TABLEAU VIII.

HOMOLOGIE DES MUSCLES DU PIED ET DE LA MAIN.	
Pédieux. Quatrième faisceau.	Long extenseur du pouce.
Pédieux. Troisième faisceau.	Extenseur propre de l'index.
Court fléchisseur commun des orteils.	Partie inférieure du fléchisseur sublime.
Premier lombrical du pied.	Troisième et quatrième lombricaux de la main.
Deuxième lombrical.	Deuxième lombrical.
Troisième et quatrième lombricaux.	Premier lombrical.
Premier interosseux dorsal du pied.	Troisième et quatrième interosseux dorsaux de la main.
Deuxième interosseux dorsal.	Deuxième interosseux dorsal.
Troisième et quatrième interosseux dorsaux.	Premier interosseux dorsal.
Premier interosseux plantaire.	Premier interosseux palmaire.
Deuxième interosseux plantaire.	Adducteur du pouce, faisceau transverse.
Troisième interosseux plantaire.	Adducteur du pouce, faisceau oblique.
Abducteur transverse du gros orteil.	Deuxième interosseux palmaire.
Abducteur oblique.	Troisième interosseux palmaire.
Adducteur du gros orteil.	Adducteur du petit doigt.
Court fléchisseur du gros orteil.	Court fléchisseur du petit doigt.
Abducteur du petit orteil.	Court abducteur du pouce.
Court fléchisseur du petit orteil.	Court fléchisseur du pouce.
Oblitérés.	Opposant du pouce. Opposant du petit doigt. Palmaire cutané.

Je prouve de même par les connexions que le long extenseur du pouce est le quatrième faisceau du pédieux ou faisceau du quatrième orteil, et que l'extenseur propre de l'index est le troisième. Les autres faisceaux sont oblitérés. Remarquons en outre que le long extenseur du pouce et l'extenseur propre de l'index semblent ne constituer qu'un seul et même muscle à leur origine. Cette même origine à l'avant-bras n'est pas une objection; il en existe un autre exemple plus frappant encore et tout à fait irrécusable : celui du fléchisseur sublime homologue du court fléchisseur commun des orteils. Enfin le rapprochement du pédieux et des deux muscles désignés plus haut se justifie encore par une anomalie assez commune, que

j'ai rencontrée, et consistant dans la division de l'extenseur propre de l'index en deux faisceaux dont l'un est destiné à l'index et l'autre au médius. Ce dernier faisceau est évidemment l'homologue du deuxième faisceau du pédieux. Ajoutons que si le premier faisceau du pédieux est plus volumineux que les autres, c'est qu'il est binaire comme le gros orteil auquel il se rend. Dans la quatrième édition de son excellent *Traité d'anatomie*, M. Cruveilhier cite plusieurs variétés de faisceaux musculaires anormaux siégeant sur le dos de la main, et qu'il considère comme le vestige du pédieux. A mon sens, il serait plus juste de considérer ces faisceaux comme les analogues des faisceaux anormaux qu'on trouve sur le dos du pied, au-dessous du pédieux, déjà signalés par M. Cruveilhier, et dont j'ai rencontré un exemple que voici : Un faisceau musculaire, parfaitement distinct naissait de la face dorsale de l'extrémité postérieure du troisième métatarsien et un peu du deuxième ; il se terminait sur l'articulation métatarso-phalangienne du troisième orteil. Ce petit muscle ne pouvait être confondu ni avec le pédieux ni avec le deuxième interosseux dorsal entre lesquels il était situé.

La théorie du gros orteil homologue de l'annulaire et du petit doigt explique non-seulement certaines dispositions normales des muscles lombricaux, mais encore leurs dispositions anormales. Le premier lombrical du pied ayant pour homologues, d'après ses connexions, le troisième et le quatrième lombrical de la main, on comprend pourquoi ceux-ci, selon la remarque de M. Cruveilhier, semblent à leur origine ne constituer qu'un seul et même muscle.

On sait que ces languettes charnues naissent au pied des tendons du long fléchisseur commun des orteils pour se rendre au côté interne de la première phalange des quatre derniers orteils ; à la main, elles naissent des tendons du fléchisseur profond pour se rendre, avec le tendon de l'interosseux correspondant, au côté externe des quatre derniers doigts. « Il n'y a d'exception, dit M. Cruveilhier (1), que pour le troisième lombrical, qui s'insère le plus souvent au bord interne du tendon interosseux du médius, lequel est ainsi pourvu de

(1) Cruveilhier, Sée et Cruveilhier fils : *Traité d'anatomie descriptive*, 4e édit., tome I, page 676.

deux lombricaux, tandis que l'annulaire n'en reçoit point... Il n'est pas rare de voir le troisième lombrical se bifurquer pour aller se rendre au côté interne du médius et au côté externe de l'annulaire. Enfin j'ai vu cette bifurcation avoir lieu aux dépens du quatrième lombrical; et comme, sur ce même sujet, le troisième lombrical allait se rendre au bord externe de l'annulaire et non au côté interne du médius, il en résultait que l'annulaire avait deux lombricaux, tandis que le médius n'en avait qu'un seul. Il ne m'a pas été possible de saisir la loi qui préside à ces diverses dispositions. » Cette loi, que cherche l'illustre anatomiste, est évidemment la loi de la répétition homologique. Ce qui existe au pied se répète à la main. En effet, nous venons de voir que le premier lombrical plantaire a pour homologues les troisième et quatrième lombricaux palmaires. Or, le premier lombrical plantaire s'insère au côté interne du médius et laisse le gros orteil sans lombrical. Le troisième lombrical palmaire, en se portant au côté interne du médius, et en laissant l'annulaire veuf de son lombrical, répète homologiquement cette disposition. Quant aux deux autres variétés, elles ne sont que des applications moins avancées de la même loi. Ainsi, toutes ces anomalies sont un retour à une homologie plus complète ou à l'identité organique des deux derniers doigts avec le gros orteil.

L'homologie des muscles interosseux relève tout entière de cette théorie. M. Cruveilhier a fait voir que les muscles interosseux dorsaux de la main et du pied sont abducteurs des doigts; et que les interosseux palmaires et plantaires sont adducteurs. L'abduction et l'adduction doivent s'entendre non par rapport à l'axe du squelette, mais bien par rapport à l'axe du pied et à celui de la main. Cet anatomiste éminent a montré en outre que l'axe de la main passe par le médius ou troisième doigt, tandis que l'axe du pied passe par le deuxième orteil. Or cette différence apparente a son explication véritable dans ma formule : le gros orteil ayant pour homologues le petit doigt et l'annulaire, il est évident que le deuxième orteil a pour homologue le médius. Ce n'est donc pas par des organes différents, mais bien par des organes homologues que passent les axes du pied et de la main.

Il résulte de là que les deux muscles interosseux dorsaux qui flanquent le deuxième orteil ont pour homologues respec-

tifs les deux interosseux dorsaux qui flanquent le médius. Dès lors le premier interosseux dorsal du pied, qui est volumineux et bifide, a pour homologues les troisième et quatrième interosseux dorsaux de la main. Le deuxième interosseux dorsal du pied a pour homologue le deuxième interosseux dorsal de la main. Les troisième et quatrième du pied ont pour homologue le premier de la main, ce qui explique le volume et la division en deux faisceaux de celui-ci.

Même explication pour les interosseux plantaires et palmaires. Le premier interosseux plantaire a pour homologue le premier interosseux palmaire; ainsi le veulent les connexions de ces muscles dont l'un s'insère au troisième orteil et l'autre à l'index. Les deuxième et troisième interosseux plantaires ont pour homologue l'adducteur du pouce, qui est bien un interosseux palmaire, comme l'a dit M. Cruveilhier, ou plutôt qui en représente deux par ses faisceaux transverse et oblique. Quant aux deuxième et troisième interosseux palmaires, ils ont pour homologues les deux muscles du gros orteil abducteur transverse et abducteur oblique, qui sont de véritables interosseux plantaires. Ainsi s'explique, par la composition binaire du gros orteil et du pouce, le volume et les deux ordres de fibres de l'adducteur du pouce, et la présence au gros orteil des deux muscles abducteur oblique et abducteur transverse.

Une réflexion se présente ici naturellement : l'adducteur du pouce droit devrait s'appeler premier interosseux palmaire; de même les abducteurs oblique et transverse du gros orteil, qui ne forment qu'un seul muscle à deux chefs, s'appelleraient premier interrosseux plantaire. D'un autre côté, l'adducteur du petit doigt et l'adducteur du gros orteil seraient mieux nommés abducteurs, car leur action doit s'entendre par rapport à l'axe de la main et à celui du pied, comme celle de tous les muscles de ces organes. Il est facile de comprendre qu'à l'aide de ces changements très-légers, commandés également par l'homologie et la physiologie, l'étude des muscles du pied et de la main serait bien simplifiée.

L'homologie des systèmes vasculaire et nerveux fera l'objet d'une autre communication, qui confirmera, nous en avons déjà la certitude, les principes qui viennent d'être exposés.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. Homologie symétrique des membres pelvien et thoracique droits :
A, membre pelvien droit; A', membre thoracique droit, la main dans la supination et l'extension :

a et *a'*, ilion et corps du scapulum; *b* et *b'*, ischion et acromion; *c* et *c'*, corps du pubis et apophyse coracoïde; *d* et *d'*, branche descendante du pubis et clavicule; *e* et *e'*, fémur et humérus; *f* et *f'*, tibia et cubitus; *g* et *g'*, péroné et radius.

Fig. 2. Homologie directe des os de la hanche et de l'épaule :
A, os coxal droit incliné et vu de côté; A', omoplate et clavicules gauches retournés et vus de côté.

a et *a'*, cavité cotyloïde et cavité glénoïde; *b* et *b'*, ilion et corps du scapulum; *c* et *c'*, ischion et acromion; *d* et *d'*, corps du pubis et apophyse coracoïde; *e* et *e'*, branche descendante du pubis et clavicule.

Fig. 3. AB, ceinture thoracique; A'B', ceinture pelvienne; CD et C'D', les mêmes renversés et transposés.
Homologie symétrique de deux os d'un même côté : soit A' symétriquement homologue de A et de B'.
Homologie directe de deux os en diagonale, dont l'un est renversé : soit A' directement homologue de B renversé ou C'.

a et *a'*, cavité glénoïde et cavité cotyloïde; *b* et *b'*, corps de l'omoplate et ilion; *c* et *c'*, acromion et ischion; *d* et *d'*, apophyse coracoïde et corps du pubis; *e* et *e'*, clavicule et branche descendante du pubis.

Fig. 4. Homologie symétrique du pied et de la main droits.

RECHERCHES SUR L'ENDOSMOSE

ET SUR

QUELQUES AUTRES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

DE LA

SUBSTANCE ORGANISÉE

PAR LE DOCTEUR

Charles ROBIN

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris.

Toutes les fois que la matière organisée présente une disposition de forme ou quelque autre particularité statique semblable à celle des corps bruts, naturels ou modifiés par la main de l'homme, on observe des phénomènes mécaniques corres-

pondants, semblables à ceux que nous pouvons artificiellement obtenir.

Certaines dispositions anatomiques, relatives en particulier à la structure des diverses espèces d'éléments anatomiques, sont telles qu'on n'a pu les imiter, pas plus que ne peut encore être reconstituée chimiquement la matière organisée par des moyens synthétiques, inversement comparables à ceux qui servent à en faire l'analyse immédiate.

Aussi, bien que les phénomènes mécaniques et physiques qui correspondent à ces dispositions suivent les lois générales propres à cet ordre d'actes en général, ils ne peuvent être observés que sur les êtres organisés (1).

La matière organisée partage avec l'astre dont elle fait partie le mouvement qui entraîne ce dernier autour du soleil; mais elle n'est soumise à aucune influence astronomique autre que celles qui influent sur le mouvement de la terre. Elle jouit aussi de toutes les propriétés actives physico-chimiques dont sont doués les autres corps, quels qu'ils soient; mais le degré d'évidence de ces propriétés est en rapport avec le petit volume des parties élémentaires que constitue la substance organisée, c'est-à-dire que les effets pris sur chaque élément anatomique en particulier sont très-peu prononcés, peu manifestes. Mais, pourtant, ils existent, peuvent être constatés, seulement c'est lorsque les éléments sont examinés en masse, tels qu'ils sont dans les tissus, que ces propriétés sont le mieux appréciables à nos sens.

(1) Cette notion, que la substance organisée possède un certain nombre des propriétés dont est douée la matière brute, est très-ancienne. On la trouvera formulée d'une manière remarquablement exacte par Buffon (*Histoire naturelle*. Paris, 1749, in-4, t. II, p. 5 et 6. *Comparaison des animaux, des végétaux et des minéraux*, et surtout *ibid*. Paris, 1753, t. IV, p. 4, *Discours sur la nature des animaux*). Mais les corps organisés y sont considérés encore en masse, sans distinction des tissus ou des éléments auxquels ces propriétés se rapportent. C'est à Bichat qu'il faut naturellement arriver pour voir le sujet de cet article traité sous les noms de *propriétés physiques* (*Anatomie générale*, Paris, 1801, in-8, § III). Il examine ces propriétés telles qu'elles se montrent dans les tissus. Il est incontestable que ce sont les parties du corps dans lesquelles elles sont le plus évidentes, le plus nettes, tandis qu'étudiées dans les éléments anatomiques, parties invisibles à l'œil nu, on ne peut les y observer qu'imparfaitement, on ne peut y voir leurs manifestations que très-incomplétement. Mais il est incontestable aussi que les éléments jouissent des propriétés dont il est question, comme les tissus mêmes qu'ils constituent par leur réunion, et qu'elles doivent être étudiées sur eux avant de voir ce qu'elles sont dans les tissus.

Ces propriétés des éléments sont :

1° Les unes mécaniques; elles tiennent à la forme de fibres, de globules ou de cellules, etc., de ces parties du corps;

2° Les autres sont purement physiques et dépendent du mode d'agrégation des molécules de la substance organisée, c'est-à-dire de leur plus ou moins de solidité ou de fluidité, etc.; elles sont modifiées, mais peu, par la forme de chaque élément;

3° Les éléments jouissent de propriétés chimiques qui varient suivant leur composition, suivant les principes immédiats qui les constituent. Ainsi, les éléments dans la composition desquels entrent beaucoup de corps gras se combinent plus facilement avec les principes de même nature, etc. Ces propriétés ne sont pas changées par la forme des éléments, mais elles le sont par leur constitution physique. Ainsi, ceux qui sont les moins solides, les moins consistants, sont de tous ceux qui présentent le plus facilement des phénomènes chimiques nombreux, très-tranchés, et avec le plus de rapidité. Tels sont les hématies, les leucocytes, les fibres lamineuses, musculaires, etc., au contact des acides acétique, chlorhydrique, de l'eau même, etc. Les éléments qui offrent plus de solidité, comme les cellules d'épithélium, les cheveux, etc., résistent à la plupart des réactifs, au moins pendant un certain temps, ou bien l'action de ces derniers est peu rapide. Aussi ces éléments ne manifestent que des phénomènes de vitalité très-lents, et ils constituent des tissus ou produits de perfectionnement destinés, par leur résistance aux agents extérieurs, à protéger les organes qu'ils recouvrent.

§ 1. — *Des propriétés d'ordres mécanique et physique de la substance organisée.*

Les propriétés mécaniques, étudiées sur les éléments en particulier, sont trop peu manifestes pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter ici.

Les propriétés purement physiques sont plus importantes. Étudiées sur les tissus, elles sont bien plus manifestes encore et leur connaissance est susceptible d'un bien plus grand nombre d'applications à la physiologie et à la pathologie.

La substance organisée, comme la matière brute, ***dégage du calorique, de l'électricité, de la lumière***, dans certaines conditions, réfléchit ou réfracte celle-ci dans d'autres conditions; comme la matière brute, ***elle gravite vers le centre de la terre*** et suit dans ses mouvements, selon cette direction, les lois de la chute des graves, toutes les fois qu'une disposition naturelle ou artificielle ne contre-balance pas, par quelque action mécanique, l'influence de la pesanteur.

On remarque en outre : 1° que certains éléments anatomiques, étant divisés, sont susceptibles de se raccourcir, de se ***rétracter***; on dit alors qu'ils jouissent de la propriété de ***rétraction***; 2° sous l'influence d'une traction, ils s'étendent, ils sont doués d'*extensibilité*. Ces deux propriétés se rencontrent rarement indépendamment l'une de l'autre; mais pourtant le fait s'observe, surtout chez certains invertébrés : elles doivent donc être considérées comme constituant deux propriétés distinctes de la substance organisée;

3° La plupart des éléments, une fois étendus, reviennent sur eux-mêmes à leur état primitif; la plupart, en un mot, réunissent les deux propriétés d'*extensibilité* ou d'***élongation*** et de ***rétractilité***, ce qui caractérise la propriété dite ***élasticité***. Cette propriété, comme on le voit, est complexe; elle résulte de l'association dans un même élément anatomique de la compressibilité d'une part, qui permet la rétraction, et de l'extensibilité, de l'autre (1);

4° Enfin, et ce fait est très-important, la substance organisée, amorphe ou figurée, est *hygrométrique*, c'est-à-dire susceptible

(1) On ne doit pas confondre la *rétractilité* naturelle de la substance organisée, qui peut déterminer un *raccourcissement* des éléments anatomiques ou des parties qui en sont formées, avec la diminution de volume produite par la dessiccation ou par l'enlèvement à l'aide de la chaleur, du vide ou de moyens chimiques, d'un ou de plusieurs principes immédiats de la substance; modification qui peut être assez limitée pour ne pas faire disparaître les propriétés précédentes, ou être poussée au point dit de *racornissement*. Ce racornissement n'est pas une propriété physique naturelle inhérente à la matière brute ou organisée; il résulte de la disparition au sein de la matière qui se racornit d'une certaine quantité d'eau ou autres principes volatils ou solubles, selon qu'on a employé la chaleur, le vide, l'alcool, les acides, etc., pour l'obtenir : dès lors, les corps insolubles ou non volatils se rapprochent molécule à molécule, comme s'en vont molécule à molécule les principes enlevés : d'où la diminution de volume uniforme ou non dite racornissement. Celui-ci ne s'obtient, comme on le voit, sur la matière organisée, qu'en lui faisant perdre ses qualités d'organisation, lors même qu'on le détermine sur le vivant. Ainsi, bien que le résultat du racornissement

de se laisser pénétrer de corps fluides, ce qu'elle ne fait jamais ou presque jamais sans abandonner des traces de quelques-uns de ses principes propres. On voit par là que l'hygrométricité est, comme l'élasticité, un phénomène déjà complexe, offrant à observer deux actes : ce sont ici celui de l'entrée et celui de la sortie des fluides. Ces deux actes, étudiés sur des membranes, au lieu d'être envisagés sur des éléments anatomiques sans cavité, ont reçu les noms d'*endosmose* et d'*exosmose*, selon qu'il s'agit de l'entrée ou de la sortie des principes. Sans endosmose, les principes rénovateurs de la substance organisée ne pénétrant pas dans son intimité, il n'y a pas d'*assimilation* possible; sans exosmose, les principes destinés à être remplacés ne sortant pas, il n'y a pas de *désassimilation* possible; sans hygrométricité, en un mot, il n'y a pas de *nutrition* (1). Ainsi, connaître exactement la nature moléculaire de ce phénomène, c'est-à-

soit le rapprochement l'une de l'autre des extrémités du corps racorni, comme dans le cas de la contractilité musculaire, il faut se garder de le rapprocher de celle-ci. Bichat, qui l'a étudié admirablement au nombre des *propriétés de tissu indépendantes de la vie* (*Anatomie générale*, 1801, t. I, § 5), lui a donné à tort le nom de *contractilité par racornissement*. Un grand nombre d'auteurs confondent l'*élasticité* avec la *contractilité*, en raison du raccourcissement des parties élastiques au moment où elles cessent d'être tendues ou distendues. Cette erreur grossière, qui implique une ignorance complète de la constitution des éléments anatomiques et des tissus, doit être évitée avec soin. Nous verrons aussi que les éléments dont la propriété essentielle est l'élasticité n'ont aucune analogie anatomique avec ceux dont la contractilité est l'attribut dynamique spécial. Il importe beaucoup d'être exactement au fait de toutes ces propriétés des éléments anatomiques pour interpréter exactement aussi un grand nombre de phénomènes complexes qui se passent dans les organes sains ou malades lorsqu'ils diminuent d'étendue avec l'âge au lieu de grandir, phénomènes dont les précédents sont la condition d'existence.

(1) Dans les tissus, l'*endosmose* est le phénomène physique élémentaire qui devient la condition d'existence d'une de leurs propriétés les plus importantes, l'*absorption*, dont l'*élaboration assimilatrice* des solides et des humeurs surtout est la condition chimique d'accomplissement. L'*exosmose* est de son coté la condition physique nécessaire de la propriété de *sécrétion*, dont la *décomposition désassimilatrice* des humeurs surtout, avec élaboration par les solides siéges de l'exosmose, est d'autre part la condition chimique d'existence. L'interprétation exacte de ces phénomènes déjà complexes exige donc, comme on le voit, la connaissance des lois de l'endosmose et de l'exosmose, comme celles des qualités chimiques des éléments. L'*exsudation* est le suintement exosmotique d'une humeur à travers les parois de son réservoir naturel, suintement dont résulte, sur la surface de ces parois, un état d'humidité ou une multitude de gouttelettes analogues à celles de la sueur. Exsudation se dit aussi particulièrement pour exprimer le fait de l'issue hors des vaisseaux d'un principe immédiat de telle ou telle espèce, sortant tel qu'il était au dedans, par opposition à *sécrétion*, qui désigne l'issue avec choix quant à la qualité et aux proportions de principes divers dont l'ensemble représente une humeur différente de celle que contiennent les vaisseaux.

dire le mode d'arrivée, molécule à molécule, par union successive de la matière qui entre à celle qui est pénétrée, sans que celle-ci offre d'ouverture, telle est la notion préliminaire la plus indispensable pour qui veut comprendre ce qu'est la nutrition. Or, la nutrition est à son tour la condition d'existence du développement, et cette remarque s'applique également à l'étude de la génération des éléments anatomiques.

§ 2. — *De l'hygrométricité et de l'endosmose dans la substance organisée.*

L'hygrométricité est la propriété qu'offrent les solides de s'imbiber, de se pénétrer, molécule à molécule, des liquides ou des vapeurs avec lesquels ils se trouvent en contact; d'éprouver, par suite, des changements de volume ou de forme plus ou moins manifestes. Les phénomènes dit d'endosmose et d'exosmose ne sont que la manifestation de l'hygrométricité envisagée dans ses deux faits essentiels pris séparément : de pénétration (endosmose) des liquides, d'une part ; de sortie (exosmose) simultanée ou consécutive de ces mêmes liquides, d'autre part. Seulement il s'agit alors de solides disposés en membranes et séparant deux fluides de nature différente, dissemblance qui complique le phénomène, tandis que l'hygrométricité entraîne simplement l'idée d'un solide et d'un liquide ou de vapeurs contigus sans autre disposition spéciale. L'endosmose, en un mot, prise au point de vue le plus large d'entrée et de sortie d'un liquide au travers d'un solide, est un cas particulier à l'hygrométricité.

Tous les éléments anatomiques pleins, c'est-à-dire sans cavité distincte de la paroi, telles que les fibres lamineuses, les fibres élastiques, les cellules aplaties, non creuses, telles que celles de l'épiderme, etc., présentent des exemples d'hygrométricité.

Les cellules creuses, pourvues d'une cavité distincte de la paroi telles que les leucocytes, les cellules adipeuses, etc..., et les éléments anatomiques tubuleux, offrent au plus haut degré de simplicité les exemples d'un liquide séparé d'un liquide différent par une membrane homogène. Là se trouvent les condi-

tions d'endosmo-exosmose au degré le plus élémentaire, et ces cas-là ne doivent pas être confondus avec les précédents relatifs aux éléments anatomiques pleins.

Sans passer ici en revue les différences que présentent les éléments au point de vue de leurs qualités hygrométriques, suivant la composition chimique de chacun d'eux ou celle des liquides qui les pénètrent, il suffit pour démontrer son existence de prendre une cellule épithéliale ou un faisceau musculaire strié, etc., et de les traiter par l'eau ou l'acide acétique, selon les cas. On les voit alors se gonfler, devenir plus gros: ils ont donc laissé pénétrer le liquide et se sont imbibés. Mais en même temps et peu à peu ils deviennent plus pâles, plus transparents, à un degré qui n'est pas en rapport avec l'augmentation de volume. Une partie de leur substance dissoute par le liquide qui a pénétré, après avoir augmenté ainsi de densité, est donc sortie, pour être remplacée par d'autre. On peut aussi dissoudre et faire disparaître de la sorte le contenu visqueux des tubes nerveux en employant le chloroforme ou tout autre liquide susceptible de le dissoudre. Au lieu de gonfler et dissoudre les éléments avec l'eau, etc., on peut, à l'aide de l'alcool, des dissolutions salines ou gommeuses très-concentrées, déterminer une *exosmose* plus forte que l'*endosmose*, et, par suite, voir les fibres ou cellules se resserrer proportionnellement à la quantité d'eau qu'elles perdent, sans toutefois cesser d'être reconnaissables, tant que le phénomène n'est pas porté trop loin.

Les leucocytes et d'autres espèces de cellules encore qui ont une cavité distincte de la paroi contenant un liquide plus dense que l'eau se gonflent au contact de celle-ci, au point parfois de se rompre, leur contenu s'échappe alors et le contenant se plisse et se flétrit. Nulle part on n'observe aussi nettement les phénomènes élémentaires de l'endosmose.

Les éléments anatomiques sont donc perméables aux liquides, c'est-à-dire qu'ils les attirent et s'en imbibent jusqu'à un certain degré de saturation, où le phénomène cesse. En même temps, ils laissent sortir une certaine quantité des substances qu'ils renferment. Les circonstances qui modifient le phénomène dans un sens ou dans l'autre sont nombreuses; dans les tissus, de nouvelles complications s'ajoutent aux précédentes : ce sont celles qui résultent de la réunion d'un grand

nombre d'éléments (souvent d'espèces diverses) et de liquides très-complexes eux-mêmes.

L'endosmose se manifeste toutes les fois que deux liquides miscibles, de densité différente, sont séparés l'un de l'autre par une membrane que l'un des deux au moins peut mouiller; alors on voit le liquide le moins dense traverser la membrane pour se mêler au plus dense, et venir en augmenter le volume jusqu'à ce que l'équilibre de densité soit établi. Ce sont là les conditions les plus simples; mais le phénomène varie suivant un grand nombre de circonstances. Il faut d'abord tenir compte de l'affinité chimique des deux liquides séparés par une membrane : ainsi l'eau plus dense que l'alcool pénètre du côté de ce dernier liquide. Il faut tenir compte de la nature des liquides : tous les acides concentrés, par exemple, quelle que soit leur densité, attirent l'eau de leur côté; s'ils sont étendus, le phénomène a lieu en sens inverse. Il faut tenir compte de la nature de la membrane interposée : ainsi, de l'eau et une solution saline ou gommeuse, séparées par une lame de caoutchouc, ne présentent aucun phénomène d'endosmose; si l'on met de l'alcool à la place de l'eau gommée, l'alcool qui mouille la membrane se portera cette fois vers l'eau, tandis que c'est l'inverse, si l'on se sert d'une vessie. Il faut tenir compte de la température : son élévation augmente la rapidité du phénomène et *vice versâ ;* de l'état électrique des liquides, l'un par rapport à l'autre et par rapport à la membrane. Des phénomènes semblables aux précédents se passent entre les gaz libres ou dissous, lors même qu'il y en a un de dissous du côté de la membrane, et que l'autre est à l'état de fluide élastique. Si deux gaz différents sont dissous dans un même liquide ou dans des liquides hétérogènes, le phénomène est encore modifié tant pour les gaz que pour les liquides.

Les phénomènes d'endosmose cessent dès que l'organisation est altérée, par la putréfaction, la coction, ou par l'addition d'acide sulfhydrique aux liquides.

Un fait capital à faire ressortir, c'est que le courant n'a pas lieu dans un seul sens, *mais bien toujours dans deux sens à la fois; seulement, il est plus fort dans un sens que dans l'autre.* De là vient que, pour simplifier, il n'a été question tout à l'heure que d'un seul courant. Ainsi, en même temps que l'eau pénètre avec force du côté de la solution gommeuse (*endosmose*) et en

élève le niveau, en augmente la quantité pendant que la sienne diminue, il passe une petite portion de la solution de gomme du côté de l'eau (*exosmose*). Ce dernier liquide, qui ne peut traverser le caoutchouc dans l'état ordinaire, passe cependant à travers la substance quand il y a de l'alcool au contact du côté opposé, et arrive dans celui-ci, quoique le courant de l'alcool vers l'eau soit le plus fort dans ce cas (1).

Il est à remarquer à propos de l'*hygrométricité*, ou de l'endosmose et de l'exosmose, qui en représentent chacune un des côtés, que c'est presque uniquement sur des corps organisés qu'ont porté les expériences qui ont servi à démontrer l'existence et à établir les lois de cette partie de la physique; que ce sont uniquement des corps organisés qu'on emploie pour fabriquer les instruments de physique connus sous les noms d'*hygromètre* et d'*endosmomètre*. Quelques matières d'origine minérale les présentent à l'état rudimentaire : telles sont l'ardoise calcinée, la terre cuite, l'argile, la terre de pipe, la porcelaine non vernie, les terres alumineuses analogues, le carbonate de chaux non cristallisé, etc... Mais, pour que le phénomène s'accomplisse, il faut que les liquides puissent mouiller ces corps, et le passage des liquides est bien plus en rapport avec leurs affinités chimiques propres qu'avec toute autre qualité du solide : il semble en dépendre beaucoup plus que de toute autre particularité inhérente à la paroi solide. Ce fait seul exclut toute intervention essentielle des lois de la capillarité dans les phénomènes d'endosmose, car les phénomènes de capillarité

(1) On voit déjà par ce qui précède qu'on ne doit plus admettre désormais que la faculté d'absorber une plus ou moins grande quantité des fluides au milieu desquels sont plongés les tissus animaux et végétaux soit un effet dépendant de la capillarité, car les liquides et les gaz pénètrent avec la plus grande facilité au travers des parois les plus homogènes, telles que celles des capillaires, des cellules végétales, etc. De plus, dans les tissus qui se gonflent dans l'eau, tels que les fibres lamineuses, etc., tous les éléments sont en contact immédiat et ne laissent pas entre eux le plus petit interstice. Il n'y a pas d'interstices ou lacunes entre les cellules des plantes formant l'extrémité et la surface de leurs radicules, ni de pores ou orifices sur leurs parois qui puissent les faire comparer à des *spongioles*; c'est par endosmose que passent au travers de leur portion superficielle, homogène et sans discontinuité, tous les liquides qui pénètrent dans les plantes, et non par capillarité. Les cellules qui forment les vaisseaux des plantes étant superposées bout à bout, comme celles de leurs autres tissus, ils se trouvent divisés d'espace en espace par les cloisons résultant de cette superposition, et les liquides sont obligés de traverser celles-ci, ce qui fait que les phénomènes d'ascension de la sève ne peuvent être rapportés à des phénomènes de capillarité.

s'observent, sauf particularités secondaires ici, aussi bien lorsque le tube n'est pas mouillé par le liquide, comme le verre par le mercure, que lorsqu'il peut être mouillé.

L'hygrométricité et l'endosmose s'observent sur la matière organisée non vivante, comme sur celle qui se nourrit; c'est donc une propriété d'ordre inorganique ou physico-chimique de la substance organisée et nullement une propriété d'ordre organique ou vital. On la considère ordinairement comme une propriété physique de la matière se rattachant aux phénomènes de capillarité, parce qu'elle a pour résultat un mouvement de liquides divers avec accumulation de l'un et disparition partielle de l'autre; mais rien n'est plus manifeste que la complète homogénéité sans trace d'aucun orifice, quelque petit qu'il soit, des parois des vaisseaux capillaires sanguins, que celle des cellules à cavité distincte de la paroi sur lesquelles les phénomènes d'endosmose sont on ne peut plus évidents.

L'endosmose est un phénomène moléculaire qui dépend des rapports qui existent entre la composition des liquides et celle des parois traversées, beaucoup plus que de l'une quelconque de leurs propriétés physiques. Il consiste essentiellement en une transmission par combinaison et union chimique peu intense et graduelle des liquides aux parois, puis entre eux, mais non en un écoulement de ceux-ci au travers de conduits quelconques. Rien n'est plus manifeste que l'homogénéité absolue des parois des cellules animales et des cellules végétales, que l'on voit se gonfler rapidement par la pénétration d'un liquide dans leur cavité au travers de ces parois mêmes. Rien n'est plus manifeste que la contiguïté immédiate des éléments anatomiques pleins ou tubuleux qui forment le tissu des membranes que traversent par endosmose les liquides de l'organisme et les corps sur lesquels on expérimente. Rien n'est plus facile à constater que l'absence d'orifices dans les premiers et d'interstices naturels entre les seconds. Les deux liquides, gaz ou vapeurs, qui, par endosmose, traversent ces membranes, se sont donc unis molécule à molécule successivement à toute l'épaisseur de la substance solide, en l'abandonnant aussitôt par suite de la combinaison de l'un à l'autre des deux fluides. Le phénomène dure jusqu'à ce que l'un des liquides soit en quelque sorte saturé par l'autre, ou tant que la membrane n'étant pas altérée permet aux corps qui la traver-

sent de s'unir à elle; mais, lorsque par suite de putréfaction ou d'autre mode de décomposition l'affinité de la substance pour les liquides ou pour les gaz vient à disparaître, le phénomène d'endosmo-exosmose cesse également (1).

(1) La découverte des phénomènes d'endosmose est donc un fait capital dans l'histoire des actes de la vie végétative, et sans laquelle on ne pouvait rendre compte de ces derniers dès qu'on poussait leur analyse jusqu'à les étudier dans chaque tissu, puis dans chaque élément anatomique. (Dutrochet, *Mémoires sur l'anatomie des animaux et des végétaux*. Paris, 1837, in-8, t. I, p. 10.) C'est pour n'avoir pas connu cette propriété que pendant longtemps la marche de nos connaissances sur les phénomènes de nutrition, etc., a été entravée. Cette ignorance a nécessité à diverses époques, pour se rendre compte de ces phénomènes, l'introduction en anatomie de créations de l'esprit, sans existence réelle, en tant que choses démontrables : telles sont l'hypothèse des prétendus pores cutanés, des absorbants et des exhalants de Bichat; puis celle des pores des parois cellulaires végétales, qui ne sont que des amincissements, que l'on croyait nécessaire de considérer comme des trous pour expliquer l'ascension de la séve, etc. On sait que les pores cutanés et muqueux que l'on croyait absorbants (*endosmotiques*) et exhalants (*exosmotiques*) sont des orifices glandulaires qui versent des produits de *sécrétion*. Ce sont des parties complexes dont la paroi est formée par l'association d'éléments anatomiques qui jouissent des qualités d'endosmose et d'exosmose, s'accomplissant d'après le mode indiqué ci-dessus. Les éléments anatomiques pleins, comme la paroi homogène et sans orifices de ceux qui sont creux, en jouissent aussi; ces éléments sont immédiatement contigus et soit intriqués, soit imbriqués; il n'est pas vrai qu'ils laissent entre eux des *pores, lacunes* ou *canalicules*, et ce n'est point *entre eux que passent les fluides qui y portent la nourriture et y entretiennent la vie*, contrairement à ce que les *Traités de physique* admettent, ainsi que beaucoup de physiologistes et de médecins; ces fluides les pénètrent et les traversent de part en part. On peut admettre des pores dans la substance même de chaque élément pour permettre l'arrivée des liquides et des solides dissous, comme des gaz dans son épaisseur; mais il importe de savoir que ces pores ne sont que des interstices moléculaires ou inter-atomiques dont on admet l'existence par un pur artifice logique pour enchaîner les faits; on peut aussi les admettre à un autre titre, c'est-à-dire au même titre que dans l'or battu en feuille et disposé en boule creuse, au travers duquel la pression fait suinter l'eau. Les expériences sur le bois et certains tissus animaux par lesquelles les physiciens croient démontrer la porosité des corps organisés sont faussement interprétées, en ce qu'elles ne démontrent que la présence d'une cavité dans les cellules et les fibres du bois coupé en tranches minces, et non d'orifices dans les parois de celles-là; lorsque le mercure passe au travers de la peau de buffle, c'est au travers des trous que traversaient les poils qu'il coule. Ces expériences prouvent aussi que ceux qui les font ne connaissent pas la texture des tissus servant à leurs expériences. L'examen de la constitution et du développement des éléments anatomiques et des tissus prouve que la comparaison de la porosité des corps en général à celle d'une éponge est complétement fausse, lors même qu'on admet, pour la rendre acceptable, qu'au delà de ces pores visibles se trouveraient des mailles ou interstices plus serrés, d'une telle finesse qu'ils échapperaient à la vue. Si les choses sont ainsi dans les corps bruts, comme croient pouvoir l'admettre les physiciens, elles ne sont pas de même dans les corps organisés, tels que la capsule du cristallin, la paroi des capillaires, celle de toutes les cellules à cavité distincte de la paroi et les éléments anatomiques solides. On ne doit par conséquent pas admettre la *lacunosité* comme une propriété des corps composés bruts et organisés, ainsi qu'avait cru pouvoir le faire M. de Blainville (*Cours de physiologie générale et comparée*.

Pour interpréter exactement le rôle de l'endosmose dans les phénomènes d'absorption dont elle est une condition d'existence, il ne faut pas oublier que dans l'économie, sur l'être vivant, ce ne sont pas des membranes ou des éléments anatomiques inertes que traversent les fluides; ce sont des substances douées de nutrition, en voie de rénovation moléculaire continue au travers et dans l'intimité desquelles ils sont transmis. C'est un système de molécules en mouvement que traverse un autre ensemble de molécules. Aussi les phénomènes d'endosmose observés sur les mêmes tissus morts et vivants ne sont-ils jamais absolument identiques, car, en raison des conditions d'activité moléculaire que présentent ces derniers, ils empruntent où ils cèdent au fluide qui les traverse quelques-uns de leurs principes. Il est donc de la plus grande importance de tenir compte exactement de toutes ces conditions, qui sont capitales, lorsqu'il s'agit d'arriver à une interprétation précise des phénomènes qui s'accomplissent dans l'économie, et celles dont il s'agit ont trop souvent été négligées, faute d'une connaissance suffisante de la constitution de la substance organisée.

§ 3. *Des propriétés d'ordre chimique de la substance organisée.*

La substance organisée est active moléculairement ou chimiquement. Elle est décomposable par tous les agents qui décomposent la matière brute, et il en est beaucoup qui la détruisent et qui seraient incapables d'attaquer celle-ci. 1° Comme les corps inorganiques, elle est susceptible de se combiner à un grand nombre de composés, soit utiles, soit nuisibles à sa constitution, lorsqu'ils ont pénétré dans son épaisseur par endosmose; c'est là un acte de *composition* ou de *combinaison* dont les exemples sont trop nombreux pour qu'il soit nécessaire d'en citer; 2° les éléments anatomiques peuvent se décomposer totalement ou partiellement; dans ce dernier cas, ils peuvent laisser s'échapper, en vertu de leur propriété exosmotique, les parties qui se sont décombinées; c'est là un acte

Paris, 1833, in-8, t. I, p. 8), d'après les enseignements des *Traités de physique*. On sait que depuis lors, sous ce nom et sous celui d'*ensemble des orifices lacunaires*, cette hypothèse a défrayé toutes les explications de la plupart des naturalistes sur la transmission des fluides dans l'intimité des tissus animaux.

de *décombinaison* ou de *décomposition* qui s'observe souvent aussi.

Celui qui ne saurait se faire une idée nette des phénomènes moléculaires de combinaison et de décombinaison des corps par une étude approfondie de la chimie devra renoncer à rien comprendre à la nutrition, et, par suite, aux phénomènes de développement et de reproduction des éléments anatomiques. De même celui qui n'aura pas une connaissance précise de la constitution de la substance organisée, tant amorphe que figurée, et ne saura distinguer son étude de celle des tissus que forment par leur enchevêtrement les diverses espèces d'éléments, ne pourra interpréter exactement leurs altérations (1).

Les éléments anatomiques présentent des propriétés chimiques qui naturellement varient suivant la composition élémentaire des principes immédiats dont est formée leur substance. Beaucoup peuvent être dissous par différents réactifs, et cette propriété est mise à profit dans l'histoire particulière de chaque élément, afin d'en tirer des caractères distinctifs précis. D'autres agents se combinent avec eux et donnent lieu à des combinaisons stables et souvent très-énergiques. Tels sont le sublimé, l'acide arsénieux, l'acide chromique, quelques chromates, le sulfate de zinc, plusieurs sels solubles de plomb, la plupart des sels métalliques solubles, en un mot. Sous l'influence de ces réactifs, les éléments anatomiques deviennent rigides ; souvent ils se rétractent, se resserrent, cessent de présenter les phénomènes d'endosmose au contact de l'eau et deviennent moins transparents. D'autres réactifs, tels que les acides minéraux, se combinent avec les éléments et produisent des effets analogues ou les gonflent ; ils les dissolvent ou les détruisent quand ils sont trop concentrés.

Le propre de ces combinaisons, dont il serait facile d'augmenter le nombre s'il y avait quelque utilité à le faire, c'est leur stabilité ; elle est telle qu'elle donne à ces éléments les propriétés des corps inorganiques, et c'est sur ces propriétés chimiques qu'est fondé le principe de la conservation des matières animales par les procédés dits d'embaumement.

Le propre des combinaisons qui ont lieu naturellement dans

1. Voyez Ch. Robin. *Du microscope et des injections*, etc. Paris, 1849, 2e partie.

les corps organisés, dans les éléments mis au contact des principes alibiles, c'est leur instabilité. Cette instabilité, tous sans exception la possèdent : les uns à un degré très-prononcé, les autres moins. C'est le seul phénomène chimique qui soit ici d'une entière généralité. Raccourcissement sous certaines influences physiques ou chimiques, élasticité, hygrométricité, combinaison ou décomposition chimique : rien de fatal et d'énergique comme ces propriétés lorsque se rencontrent les conditions de leur accomplissement. Étudier comment elles ont lieu, les conditions qui en augmentent ou en diminuent l'intensité, afin d'en prévoir les résultats et de les modifier dans tel ou tel sens, suivant nos besoins, tel est un des buts des recherches anatomiques; car il n'est pas d'autres influences que celles qui ressortent de la prévoyance humaine, qui puissent en empêcher, en diminuer ou en augmenter les effets.

En raison de l'instabilité de sa composition, la substance organisée, liquide ou solide, est susceptible de présenter divers modes d'altérations chimiques. Il en est qui tiennent à la différence de composition immédiate de chacune des espèces de parties qu'elle forme; mais chacune de celles-ci individuellement peut être le siége de plusieurs sortes d'altérations, selon qu'elle est encore vivante, c'est-à-dire soumise au mouvement continu de rénovation moléculaire, ou morte, c'est-à-dire a cessé toute assimilation et désassimilation. D'autres altérations encore tiennent aux conditions de milieu extérieur, d'alimentation, d'activité, etc., auxquelles se trouvent soumises ces parties.

Altérations virulentes de la substance organisée. — Les premiers modes d'altération de la substance organisée dont il y ait lieu de parler consistent en certains changements catalyques qui surviennent dans les substances organiques des humeurs en général, et des éléments anatomiques solides également.

Elles conservent d'autre part toutes leurs qualités physiques; mais au point de vue dynamique elles ont acquis la propriété de transmettre à toute autre substance organique saine un état analogue au leur, et c'est d'après ces qualités anormales nouvelles, plus frappantes et mieux connues que la perturbation de leur état moléculaire, qu'on les désigne. C'est ce qu'on appelle l'*altération virulente des humeurs et des tissus;* c'est un des modes d'altération les plus élémentaires, les plus

simples de la substance organisée, et par suite un de ceux dont l'état caractéristique se transmet le plus aisément à la substance saine liquide ou solide.

On peut reconnaître que les substances organiques des humeurs principalement ont subi, par catalyse isomérique, une modification telle que, sans que leurs caractères physico-chimiques soient notablement changés, elles ont acquis la propriété de transmettre cette modification aux substances organiques avec lesquelles elles sont mises en contact. C'est là un changement d'état spécifique, qu'elles transmettent aux substances coagulables, et par suite à la substance organisée de tout autre être vivant. Elles transmettent cet état en vertu de cette propriété qu'ont toutes les substances organiques de déterminer, par leur simple contact avec des substances saines d'espèce semblable ou d'autre espèce, le mode d'altération qu'elles ont subi; et cela, lors même qu'elles sont en quantité minime, parce que la modification a lieu graduellement, de proche en proche, molécule à molécule.

Quant à la formation du virus, elle s'accomplit d'après les lois mêmes du phénomène qui détermine la formation des substances organiques normales, c'est-à-dire par catalyse isomérique, et la transmission, par simple contact, de cette modification, permet d'en comprendre rationnellement toutes les phases. D'abord spécial à l'animal chez qui a eu lieu l'altération de l'humeur, l'état virulent pourra être communiqué à d'autres individus de la même espèce ou d'espèces différentes : soit directement, c'est ce qu'on appelle l'*inoculation*, soit indirectement, c'est-à-dire sans contact immédiat de l'humeur virulente ou de l'animal qui la porte avec celui qui est atteint de nouveau; c'est ce qui caractérise l'*infection*. Si l'espèce animale est trop différente, par son organisation, de celle dont quelque humeur est virulente, la transmission pourra ne pas avoir lieu, quels que soient les moyens employés, ou au moins la forme de la maladie transmise sera changée dans le cas où il y aura eu action.

L'état virulent étant caractérisé par la modification isomérique d'une substance organique, il n'est pas étonnant de voir certaines maladies simplement épidémiques ou même endémiques offrir des cas manifestes de contagion miasmatique, comme la suette, le choléra, la dyssenterie, la fièvre typhoïde,

le typhus, etc. Il suffit, en effet, qu'un individu atteint de quelqu'une de ces affections se trouve placé dans des conditions telles que ses humeurs subissent ces altérations, dont la nature est encore peu déterminée, à un degré plus prononcé que chez les autres malades. C'est aussi ce qu'on observe dans les modifications des humeurs et des tissus sur les cadavres donnant lieu à la production de l'état virulent qui cause les accidents des *piqûres anatomiques*. Les substances organiques altérées qui constituent le virus peuvent être entraînées par la vapeur d'eau qu'exhale le poumon et rejetées dans l'atmosphère; on comprend alors comment, de même qu'au contact cet état se transmettait à un individu, de même, respiré par des populations entières, il se transmet à la manière d'un miasme. C'est ainsi qu'agissent les virus variolique, typhique, scarlatineux, etc. Selon le mode d'altération des substances organiques, qui caractérisent l'état virulent, le mode de transmission de celui-ci varie. Ainsi les virus charbonneux, syphilitique, rabique, ne se transmettent que par contact ou par inoculation; quelques-uns par ces deux modes; le virus vaccin, par inoculation seulement; les virus de la scarlatine, du typhus, etc., par l'intermédiaire de l'air respiré seulement; le virus variolique, par tous ces différents modes à la fois.

L'action d'une humeur virulente s'accomplit en raison de la propriété qu'ont les substances organiques, prises en quantité très-minime, de transmettre d'une manière lente, mais continue, leur état moléculaire propre, aux substances organiques avec lesquelles elles sont en contact, quelle que soit la masse de celles-ci, parce que la petite portion d'entre elles qui est modifiée est bientôt cause d'altération semblable pour les parties voisines contigues. C'est ainsi que dès qu'il y a matière virulente, la question de sa quantité devient insignifiante devant celle de la nature des actes qui caractérisent la *virulence;* car la nature et les effets des actes dits catalytiques ne sont pas comparables aux lois des autres actes moléculaires, tels que ceux dus aux états de température, d'acidité, d'alcalanité, etc., dans lesquels les effets produits sont proportionnels au degré de ces états et à la quantité de matière qui les présente. C'est ainsi que certains états virulents (syphilitique) peuvent déterminer graduellement une modification moléculaire particulière dans toutes les parties de l'organisme tant

solides que liquides, c'est là ce qui caractérise l'*infection*. Quelques-unes de ces modifications peuvent être transmises héréditairement d'une manière analogue. Du reste, pour qu'une humeur virulente détermine une modification analogue à celle qui la caractérise, dans les humeurs d'un autre individu que celui qui la porte, il faut que ce dernier soit dans certaines conditions naturelles ou accidentelles de constitution, de nourriture, etc. C'est ce qui fait que l'on voit des virus, même le syphilitique, ne pas avoir prise sur tous les individus, et causer des actions différentes sur la constitution de chacun.

C'est pour avoir méconnu ou mal étudié les substances organiques et leurs propriétés, celles, entre autres, de transmettre graduellement leur état d'altération à d'autres espèces de substances, que le mode d'action et de transmission des états virulents est resté inconnu, et que la nature des *principes contagieux* l'est encore généralement, lorsque leur existence n'est pas niée. On ne savait en effet à quelle base objective, à quelle sorte de corps on pouvait les rattacher, ni quelles propriétés pouvaient rendre compte de leur action; de là l'impossibilité de se guider sur quoi que ce fût pour expérimenter. On ne comprenait pas comment, par l'intermédiaire du sang de la mère déjà variolée ou vaccinée, le fœtus dans l'utérus est atteint de variole sans que la mère le soit; il n'est pas besoin, on le voit, que le virus soit doué d'une prétendue résistance à l'action de la circulation et des actes assimilateurs et désassimilateurs. On comprend actuellement comment la substance organique modifiée qui représente le virus peut conserver ses propriétés un temps considérable, lorsqu'elle est desséchée sans décomposition par la chaleur, ni putréfaction. On comprend comment les matières virulentes peuvent être transportées par des individus ou des objets divers; comment les états virulents peuvent naître partout où des animaux ou des végétaux se trouvent agglomérés au delà de ce que permet la nature des milieux nécessaires à leur existence; comment le sol, les saisons, la température, l'état de sécheresse ou d'humidité, etc., ont une certaine influence sur l'intensité ou la rapidité de l'altération virulente de la matière organisée, ainsi que sur sa transmission à celle qui est encore saine, bien que ces conditions extérieures ne soient pas les agents essentiels de l'apparition de ces effets.

Ainsi les virus ne sont pas une chose, un corps, un principe distinct et séparable des humeurs ou des tissus; ce sont ces tissus et ces humeurs mêmes, arrivés graduellement à un certain état d'altération, *totius substantiæ*, dit *virulence*; ce sont le sang, les mucus, le pus, les muscles devenus *virulents*.

D'autres changements dans la composition de la matière organisée, consistant encore en de simples modifications catalytiques des substances organiques des humeurs, se manifestent extérieurement par des différences dans le mode de coagulation de celles-ci, dans la rapidité de leur putréfaction. Par suite des relations moléculaires que la nutrition établit entre les humeurs et les solides, des altérations correspondantes se transmettent à ces derniers et en modifient la consistance, l'odeur naturelle, en rendent la putréfaction plus prompte, en lui donnant un cachet particulier, selon diverses circonstances. Il en résulte naturellement des troubles dans les propriétés spéciales inhérentes à la substance organisée dont les manifestations reposent sur la persistance de sa composition immédiate, et ces troubles déterminent ce que l'on nomme des maladies générales. Ces altérations de la substance organisée proviennent soit de la mauvaise nature des matériaux alimentaires qui arrivent au sang, soit de la pénétration dans l'économie de matières miasmatiques venues du dehors.

Les *miasmes*, très-voisins des virus, sont des particules des substances organiques altérées, volatiles ou emportées par les liquides volatils lors de leur évaporation, qui proviennent des tissus animaux ou végétaux en voie de décomposition, des déjections, des exhalations pulmonaires ou sudorales d'animaux sains ou malades et déterminant alors des accidents différents. Ces substances, ou les matières qui les fournissent, peuvent être retenues ou non, selon leur nature, par les vêtements ou autres corps ayant touché ou avoisiné l'homme ou les animaux. Ils peuvent par là, comme par leur transport dans l'atmosphère, devenir un moyen de transmission de maladies dites *contagieuses* ou *épidémiques*, selon qu'ils ont besoin ou non du contact avec le malade (ce qui rapproche certains d'entre eux des virus); leur manière de déterminer des accidents par transmission de l'état d'altération qu'ils offrent est analogue à celui des virus.

Le temps qu'il faut à partir du moment de l'action du

miasme pour qu'il amène les accidents morbides porte le nom d'*incubation*. Quelque court que soit ce temps, le mode d'action des miasmes et des matières virulentes est bien différent de celui des poisons par sa lenteur et par la nature des accidents. Quand l'économie est en souffrance, le miasme qui l'a causée n'y est plus; c'est l'altération des humeurs, et des tissus consécutivement, qu'il a causée, qui existe. Pour guérir alors il ne s'agit donc pas (comme de fausses notions sur les miasmes le font dire) de détruire ou de neutraliser le miasme, puisqu'il n'est point fixé dans l'économie à la manière d'un *poison*, mais il s'agit de ramener les humeurs à leur état normal par des moyens propres à faire cesser leur état d'altération et non par ceux qui hâtent l'élimination des poisons. Les matières virulentes se rapprochent des miasmes en ce point, car ce sont des humeurs qui se trouvent dans de mauvaises conditions, s'altèrent spontanément, ou qui le font au contact d'une humeur déjà altérée. Mais, dans le sang, par exemple, modifié par suite du contact d'une humeur virulente, c'est comme sang qu'il est lésé tout entier, et le virus ne s'y trouve nullement, comme on le voit au contraire dans le cas d'un poison; on n'y découvre point une matière étrangère venue du dehors, ajoutée et combinée à l'humeur, comme le répètent presque tous les ouvrages. L'humeur a subi une perturbation et non un empoisonnement. Aussi l'analogie des états virulents et des miasmes avec les poisons, admise faute de notions suffisantes sur les propriétés des substances organiques (et faute par suite de pouvoir comprendre le mode d'altération des humeurs) doit être rejetée parce qu'elle donne une idée inexacte de la nature des maladies qu'ils causent.

Altérations chimiques cadavériques de la substance organisée. — Lorsque la rénovation moléculaire continue de la matière organisée a cessé, elle n'est plus soumise qu'aux lois générales de la matière brute, et on reconnaît qu'elle acquiert par sa décomposition des propriétés nouvelles autres que celles qu'elle possédait pendant qu'elle était douée de la propriété de nutrition. Ces propriétés ne sont ni les qualités normales de la substance organisée vivante ni celles des corps bruts; elles dérivent particulièrement des qualités inhérentes aux *substances organiques*, principes immédiats qui sont des corps de composition chimique non définie et très-instable, présen-

tant isolément des modes divers de modifications graduelles (précédant leur destruction en composés définis), dont les corps cristallisables ou volatils sans décomposition n'offrent pas d'exemple.

La matière organisée présente des modifications graduelles diverses aux diverses phases des phénomènes d'altération cadavérique dont elle est le siége. Elles portent d'abord sur les substances organiques, qui entraînent ensuite la décomposition des principes cristallisables d'origine organique et même d'un certain nombre de sels d'origine minérale (1). Les modifications des substances organiques commencent par être catalytiques avant d'arriver au degré de décomposition, caractérisé par la formation d'acide carbonique, d'acide butyrique, d'ammoniaque, etc. Ces modifications isomériques donnent à la substance organisée morte des propriétés nouvelles par rapport à celles qu'elle possédait avant d'être altérée, et nouvelles par rapport à la matière organisée vivante, propriétés qui diffèrent aux diverses phases de ces altérations. C'est là un fait des plus importants et sur lequel on ne saurait trop insister, qui est en rapport avec ce qu'offre de si remarquable la constitution des substances organiques. Par suite des changements catalytiques survenant dans cette matière et particulièrement dans les substances organiques qui en constituent la partie fondamentale, elle devient d'abord virulente, c'est-à-dire apte à transmettre aux humeurs des êtres vivants des modifications analogues aux siennes; elle est ainsi la source de troubles graves de la nutrition. Ces troubles sont divers, selon le degré ou le mode d'altération de la substance et selon la constitution de l'individu. Ce peuvent en effet être tantôt des troubles généraux, avec ou sans manifestations locales, tantôt ce sont des altérations locales, principalement inflammatoires, qui sont le point de départ des maladies auxquels sont exposés les anatomistes.

Ces altérations de la substance organisée sont analogues à celles qui sur le vivant rendent virulentes les humeurs et les tissus, mais ne sont identiques à aucune d'elles; car elles siégent dans la matière organisée morte, tant solide que

(1) *Traité des principes immédiats*. Paris, 1853, t. III, p. 142.

liquide, et non spécialement dans les humeurs produites durant la vie.

En raison de ces particularités de décomposition graduelle des *substances organiques*, ces dernières, ainsi que la matière organisée, lorsqu'elles sont altérées, transmettent cette modification aux substances analogues et à la matière organisée vivante d'une manière graduelle aussi. Cette altération n'est pas subite, instantanée, comme les décompositions opérées entre composés chimiques définis, mais se propage de proche en proche plus ou moins vite selon les conditions dans lesquelles se trouve l'être vivant. De là vient encore qu'une quantité de substance altérée extrêmement petite entraîne des modifications analogues à celles dont elle est le siége et des accidents dont la gravité semble disproportionnée avec la quantité minime de matière qui les a déterminées. De là vient enfin qu'il n'est pas nécessaire, comme pour les composés chimiques définis, que la quantité de substance qui entraîne ces modifications isomériques précédant la décomposition soit équivalente à celle qui subit les altérations.

Ces faits sont importants à connaître, parce que c'est sur une notion exacte des lois d'après lesquelles ils s'accomplissent que repose l'interprétation de toutes les actions morbifiques relatives aux affections virulentes et contagieuses. Ils le sont d'autre part au point de vue de la détermination de la nature des actes dont la matière est le siége d'une manière générale et sous les divers états qu'elle présente. C'est pour n'avoir pas connu les propriétés des substances organiques en particulier, les lois qui président à leurs modifications isomériques, à leur décomposition et à l'influence des unes sur les autres lorsqu'elles passent par ces divers états, que beaucoup d'auteurs ont admis à tort qu'elles étaient le siége de qualités mystérieuses inconnues et à jamais inexplicables en raison d'une origine certainement surnaturelle.

Mais il importe de remarquer d'abord qu'en raison des différences qui les séparent au point de vue de leur composition non définie et de leur non-cristallisation, l'action qu'exercent les unes sur les autres lorsqu'elles sont prises isolément en quantité suffisamment considérable ne saurait être comparée à celle que présentent les composés définis dans des conditions analogues.

Quant à l'action exercée sur les tissus vivants par une quantité infiniment petite de certaines d'entre elles arrivées à un état particulier d'altération, elle n'est pas plus étonnante en soi que l'action de fort petites quantités de certains composés cyanhydriques, etc., sur l'économie. Seulement elle s'accomplit d'après des lois en rapport avec leur composition non définie, etc., lois propres aux composés de cette nature et qui ne sont pas celles que suit l'action des composés cristallisables ou volatils sans décomposition.

Ces lois sont celles de transmission graduelle de l'état de ces substances à leurs analogues encore normales et dont il a été question plus haut. Seulement, tant que les caractères propres aux substances organiques et leurs modes d'altérations (1) n'étaient pas connus, ces phénomènes complexes et variant sous de faibles influences ne pouvaient être rattachés à leur cause réelle, ni reliés entre eux d'après leurs caractères de similitude et de succession.

Décomposition putride de la substance organisée. — Les substances organiques qui composent essentiellement en masse et en poids la substance organisée, et par suite cette dernière considérée comme un tout, peuvent, dans un assez grand nombre de conditions, s'arrêter aux états isomériques signalés plus haut, mais souvent aussi ces modifications s'étendent jusqu'à une véritable décomposition.

La matière organisée tant solide que liquide est susceptible de se détruire chimiquement, dans l'organisme vivant lui-même, mais d'une manière locale seulement et sur des portions préalablement mortifiées. Cette altération, qui caractérise la putridité, s'opère d'après les lois de la putréfaction en offrant des différences d'une partie à l'autre du corps selon la composition immédiate de celles qui sont atteintes, selon leur consistance et la plus ou moins grande quantité de liquide dont elles sont imbibées. Les différences sont encore plus considérables lorsque cette putréfaction reconnaît pour cause un changement préalable dans la composition immédiate des humeurs qui fournissaient à la rénovation nutritive des parties atteintes (*gangrène et pourriture d'hôpital*) ou au contraire la cessation de tout afflux du sang; tels sont les cas dits de gangrène sèche et

(1) Voyez *Traité des principes immédiats*. Paris, 1853, in-8, t. III, p. 142, § 1293.

sénile par suite de coagulation du sang dans les vaisseaux.

L'étude de ces divers modes d'altérations de la substance organisée qui entraînent des troubles importants, puis la cessation des actes dont les parties atteintes sont le siége, se rattache d'une manière directe à la connaissance de la composition immédiate de la matière organisée ; ces lésions se rattachent en particulier essentiellement aux modes divers d'altérations des substances organiques qu'elles reconnaissent pour cause (1).

C'est également par décomposition des substances organiques, puis des composés cristallisables d'origine organique lorsque vient à cesser la rénovation moléculaire nutritive, que commence la putréfaction cadavérique de la matière organisée. Les phénomènes essentiels de cette putréfaction ont été décrits d'après ce qu'on a observé sur la matière organisée considérée en masse, bien plus que d'après leur examen fait sur chaque principe immédiat en particulier. Il en résulte qu'ils ont toujours servi de base à la description de la putréfaction en général ; c'est en raison de cela qu'ils ont déjà été exposés ailleurs (2) et que je n'ai pas à y revenir ici.

La putridité est un mode d'altération de la substance organisée mortifiée, qui succède graduellement à son état virulent cadavérique, qu'il importe d'autant plus de ne pas confondre avec celui-ci qu'il est malfaisant pour l'organisme vivant, mais d'une autre manière. La putridité, en un mot, n'est pas la virulence et la détruit même lorsqu'elle est arrivée à un certain degré.

La putridité commence, lorsqu'aux dépens des éléments chimiques des substances organiques qui se décomposent se forment des carbonate et sulfhydrate d'ammoniaque, des traces d'hydrogène phosphoré et carboné, associés à des acides gras volatils, tous composés chimiques définis. Elle ne saurait par conséquent être confondue dans sa nature ni dans ses effets avec la virulence provenant d'un simple changement isomérique. Ces états isomériques des substances organiques se trouvent en effet détruits par la décomposition même de ces substances ou modifiés par l'influence qu'exercent sur elles les composés sulfurés et autres, qui ont la propriété de changer le caractère des actions catalytiques, ou de les faire cesser sur la plupart des corps qui en sont le siége.

(1) *Traité des principes immédiats*. Paris, 1853, in-8, t. I, p. 478, et t. III, p. 142.
(2) *Ibid.*, t. I, p. 502 et suiv.

C'est ainsi que la putridité détruit ou modifie beaucoup le caractère de la virulence, parce qu'elle est le résultat de la décomposition des substances organiques ou change le caractère des portions qui ne sont pas encore décomposées. Aussi depuis longtemps a-t-on remarqué que l'inoculation, par les piqûres anatomiques, de la substance organisée devenue virulente au début de la décomposition cadavérique, est d'autant moins grave, au point de vue des accidents généraux, que cette dernière est plus avancée. On sait de plus que les effets de la putridité sur l'économie sont à peu près proportionnés à la quantité de la matière putride et disparaissent avec elle, comme lorsqu'il s'agit d'un poison, dont les matières putrides représentent une espèce particulière; mais ces dernières n'ont pas, comme les substances virulentes, une action qui se continue et se propage comme état local et comme état général d'une manière prolongée et graduelle. Cela tient à ce qu'elles ne représentent pas, comme les précédentes, un simple état isomérique particulier des éléments anatomiques et des humeurs nullement décomposés. Ce sont des matières distinctes formées d'un mélange de composés divers; par suite, leur état de putridité ne se propage pas à la substance organisée vivante comme dans le cas des virus. Elles favorisent du reste la mortification en se mêlant aux principes assimilables, mais leur action sur l'organisme cesse lorsqu'on vient à les enlever.

Dans les divers actes moléculaires passés ici en revue, depuis les états isomériques dits virulents jusqu'à ceux de putridité, pas plus que dans les actions de combinaison de la substance organisée à certains sels ou que dans les actes de destruction par les acides, il n'y a rien qui puisse être assimilé aux propriétés inhérentes à la substance organisée qu'elle seule possède et qui sont dites vitales. Les uns et les autres se rattachent aux lois d'après lesquelles se manifestent les actes dits moléculaires ou chimiques, soit qu'ils aient lieu sur le cadavre, soit qu'ils s'accomplissent au sein de l'organisme vivant; rien n'est vital dans la production de ces états isomériques dits virulents des substances organiques placées dans certaines conditions actuellement déterminées ou susceptibles de l'être. Rien n'est vital non plus dans la transmission graduelle de ces états, transmission qui s'accomplit d'après les lois mêmes des actions qui les ont amenés. Il n'y a de vital que les troubles que ces modifications ainsi transmises suscitent dans les

propriétés naturelles de la substance organisée demeurée saine.

Seulement la plupart des actes précédents ayant pour siége des composés chimiques non définis rentrent dans l'ordre des actions chimiques dites indirectes, de contact ou catalytiques (1), dans lesquelles se rangent les fermentations. A la vérité, ces actions chimiques ont été longtemps considérées elles-mêmes comme de nature *vitale*, c'est-à-dire obscure et mystérieuse, ou comme dues à une cause siégeant en dehors du corps même où se passaient ces actions. Mais, bien que plus complexes que les actes dont sont généralement le siége les corps tirés du règne inorganique, ces phénomènes ont été de mieux en mieux connus à mesure qu'ils ont été plus étudiés et qu'on a mieux observé les corps non cristallisables, ni volatils sans décomposition. Tous aujourd'hui se trouvent ramenés à une même conception générale, et sont définitivement assimilables aux actions de présence provoquées par le contact des acides étendus surtout et d'autres agents chimiques proprement dits. Le manque de notions suffisamment exactes touchant les actions catalytiques, de fermentations et autres, touchant les caractères des substances organiques et la constitution de la substance organisée, sont les seules raisons qui font que l'origine et l'action de ces états virulents sont encore considérées comme mystérieuses ou comme vitales.

Ici enfin les actes d'après lesquels s'accomplissent ces modifications isomériques, et ceux plus nets encore qui entraînent la décomposition des substances non cristallisables dans la matière organisée, sont de même ordre que ceux d'après lesquels a lieu leur formation. Les seules conditions extérieures à ces matières dans lesquelles s'accomplissent ces actes sont différentes. Si nous connaissions à fond les premiers, nous arriverions, non pas peut-être à la synthèse de la substance organisée naturelle, en raison de la difficulté de réunir l'ensemble des conditions extérieures ci-dessus ; mais nous pourrions facilement ramener la substance modifiée accidentellement à son état naturel, c'est-à-dire faire cesser sa transmission nuisible, et, en d'autres termes, nous pourrions arriver à la thérapeutique de ces effets accidentels.

1. Voyez *Traité des principes immédiats*. Paris, 1853, in-8, t. I, p. 478 et 502.

DE L'INÉGALITÉ CONGÉNITALE

DES DEUX MOITIÉS LATÉRALES DU CORPS CHEZ L'HOMME

INSUCCÈS DE QUELQUES TENTATIVES EXPÉRIMENTALES POUR REPRODUIRE DE PAREILLES LÉSIONS CHEZ LES ANIMAUX

PAR LE DOCTEUR

L. OLLIER

Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

Il est excessivement fréquent de rencontrer une différence notable entre deux membres symétriques, soit entre les deux membres supérieurs, soit entre les deux membres inférieurs; les paralysies atrophiques de l'enfance, les lésions des centres nerveux et des gros nerfs des membres, les altérations du squelette, telles qu'une luxation ou une ankylose qui condamnent une partie à l'inaction, sont des causes fréquentes et de tous les temps connues de l'inégalité qu'on peut constater entre des parties symétriques et destinées à être parfaitement égales. Ce n'est pas de cette variété d'inégalité que nous allons nous occuper.

L'inégalité entre les deux moitiés latérales du corps peut provenir de l'excès de développement d'une de ces deux moitiés, l'autre restant normale. C'est celle-là que nous allons avoir plus spécialement en vue en rapportant une observation prise dans notre service à l'Hôtel-Dieu de Lyon, sur une fille âgée de 27 ans. Il y avait une véritable hypertrophie; la moitié droite et surtout le membre inférieur avaient des proportions tout à fait insolites pour une femme de cet âge. On eût dit à première vue un éléphantiasis. Mais l'hypertrophie portait sur tous les tissus; les os étaient plus volumineux et les éléments de la peau étaient dans des proportions régulières, c'est-à-dire qu'il n'y avait prédominance ni du derme ni de l'épiderme. La vascularisation du membre était considérablement augmentée;

artères, artérioles et capillaires avaient subi un développement anormal, et pouvaient être, selon quelque apparence, le phénomène initial, ou, en d'autres termes, la cause anatomique de cette altération.

Nous avions donc là une hypertrophie par excès de développement, anomalie que nous croyons rare, surtout à ce degré, et que nous jugeons pour cette raison digne d'être publiée. Une autre circonstance nous engage à la soumettre à nos lecteurs, c'est l'insuccès de certaines expériences que nous avons tentées chez les jeunes animaux, d'après des vues théoriques, pour reproduire des hypertrophies analogues.

Bien que la section du cordon cervical du grand sympathique n'amène pas le plus souvent d'altération de nutrition dans les parties où il se distribue, j'ai voulu voir si l'activité plus grande de la circulation qui est l'effet de cette section n'aurait aucune influence sur la rapidité de l'accroissement. Pour cela j'ai coupé le grand sympathique sur de très-jeunes lapins et j'ai observé le développement des parties proéminentes de la face, de celles dont on pourrait mesurer plus commodément la longueur s'il y avait lieu, et c'est sur les oreilles que j'ai porté plus spécialement mon attention.

En faisant cette expérience je n'ignorais pas que certains faits n'étaient guère en ma faveur, M. Brown-Séquard ayant démontré qu'une congestion passive telle que celle qu'on produit en suspendant un animal par les pieds (1) amène des résultats semblables à ceux de la section du grand sympathique. Des faits nombreux d'observation prouvaient d'autre part qu'un afflux sanguin peut avoir lieu dans une région sans en amener l'hypertrophie. Mais l'hypertrophie du système vasculaire dans le membre inférieur de notre malade était tellement frappante, qu'elle nous portait à expérimenter de nouveau. Nous ignorions d'ailleurs si les physiologistes qui se sont le plus occupés du grand sympathique, MM. Cl. Bernard (2) et Brown-Séquard, avaient spécialement expérimenté dans ce but.

Je me hâte de dire que je n'ai pas obtenu de résultat positif. Sur 15 lapins, les uns d'un mois, les autres de 18 jours, aux-

(1) *Gaz. Méd.*, 1854.

(2) M. Bernard m'a dit depuis avoir gardé pendant 10 mois un animal auquel il avait coupé le grand sympathique dès le plus bas âge, et qui ne lui avait présenté aucune hypertrophie de la moitié correspondante de la tête.

quels j'ai pratiqué la section (avec résection pour éviter la reproduction du nerf) du cordon cervical du grand sympathique, aucun n'a présenté d'hypertrophie du côté sectionné (1). Je les ai examinés à deux points de vue : au point de vue de la rapidité du développement et à celui de l'hypertrophie définitive. Tout ce que j'ai cru voir (je dis cru voir, parce qu'il est très-difficile d'apprécier de légères différences sur des tissus souples et mobiles), ç'a été un léger retard dans l'accroissement de l'oreille de quelques lapins. Mais je ne tiens pas compte de ce résultat, qu'il me faudrait vérifier encore. Quant au résultat définitif, ç'a été une égalité parfaite des deux oreilles au bout de trois mois et demi, et cependant la persistance de la contraction pupillaire au bout de ce temps m'indiquait que le nerf ne s'était pas reproduit (2).

J'en conclus donc que la section du nerf sympathique n'amène ni une accélération ni un surcroît d'accroissement dans les parties auxquelles ce nerf se distribue. L'activité de la nutrition, c'est-à-dire la multiplication des éléments anatomiques, n'est donc pas en rapport avec l'activité de la circulation.

Pour le cas présent rien ne nous autorisait par cela même à admettre la lésion des artères, comme cause première et unique de cette hypertrophie, et à plus forte raison à considérer cette hypertrophie comme produite par une paralysie ou une atrophie congénitale des nerfs vaso-moteurs.

Voici l'observation telle qu'elle a été recueillie par M. Burlet, interne du service :

Inégalité congénitale des deux moitiés du corps chez une jeune femme. Hypertrophie considérable de tout le côté droit.

Les anomalies par excès de développement soit d'un organe, soit d'un membre, soit d'une région anatomique entière, ne sont pas très-rares ; mais ces anomalies, pour la plupart assez peu tranchées, ne donnant presque jamais lieu à des phénomènes pathologiques, ne nuisant en rien aux fonctions des parties affectées, passent ordinairement inaperçues, et une observation attentive peut seule les faire remarquer. Elles ne présentent donc qu'un médiocre intérêt ; mais il n'en est plus de même pour les cas où le développement, se trouvant excessif, rentre presque dans les cadres de la tératologie. A ce titre l'observation suivante nous a paru digne d'attention.

(1) Il faudrait expérimenter de nouveau en excisant les ganglions eux-mêmes.

(2) Sur deux lapins de cette série, que je conserve encore, et qui ont eu le grand sympathique coupé il y a 7 mois, il n'y a pas de différence appréciable.

Dans le courant du mois de mars 1861, entre à l'Hôtel-Dieu, salle St-Paul, n° 36, service de M. Ollier, une jeune femme, Antoinette Julian, âgée de 27 ans, originaire de Savoie, d'un tempérament sanguin et n'ayant jamais eu d'enfant. Elle nous déclare que depuis sa naissance la moitié droite de son corps a toujours été beaucoup plus considérable que la moitié gauche, mais que cette difformité s'est principalement portée sur le pied, sur la jambe et sur la cuisse; lorsqu'elle marche pendant quelque temps et qu'elle se fatigue, son membre inférieur droit augmente d'une manière sensible, pour revenir à son minimum de développement après quelques heures de repos.

Après quelques jours d'attente, Antoinette Julian se décide à se laisser examiner à nu. Nous lui avions préalablement recommandé de rester au lit le plus longtemps possible, afin que son membre nous présentât les dimensions les moins considérables. Après un repos d'au moins douze heures nous procédons à l'examen de la malade.

Au premier coup d'œil, il existe de la manière la plus évidente un excès de développement de tout le côté droit du corps, mais c'est à partir du sommet du pli fessier jusqu'à l'extrémité du membre inférieur que l'hypertrophie atteint les plus grandes proportions.

Les mensurations prises très-exactement par M. Ollier donnent les résultats suivants :

MEMBRE INFÉRIEUR.

MESURES DE LONGUEUR.	Droit.	Gauche.	Différences.
	m	m	m
De l'épine iliaque à la malléole externe	0,895	0,795	0,10
De l'épine iliaque au bord supérieur de la rotule.	0,45	0,405	0,045
Du bord supérieur de la rotule à la malléole externe.	0,445	0,39	0,055
Longueur du tibia	0,40	0,36	0,04
Longueur du péroné	0,38	0,34	0,04
Longueur du pied, depuis l'extrémité postérieure du calcanéum jusqu'à l'extrémité antérieure du gros orteil	0,27	0,25	0,02

Les différences de grosseur sont encore plus prononcées que les différences de longueur :

MEMBRE INFÉRIEUR.

MESURES DE VOLUME.	Droit.	Gauche.	Différences.
	m	m	m
Une ligne, partant de l'épine iliaque antérieure et supérieure, contournant la cuisse à sa racine et passant par le pli de l'aine	0,81	0,68	0,13
Une ligne partant du centre de la symphyse du pubis et allant au sommet du pli fessier	0,62	0,52	0,10
Circonférence perpendiculaire à l'axe de la cuisse, au niveau du pli de l'aine	0,68	0,59	0,09
Circonférence du genou	0,41	0,37	0,04
Circonférence de la jambe à un point situé à égale			

	Droit.	Gauche.	Différences.
distance des malléoles et des condyles fémoraux.....	0,38	0,31	0,07
Circonférence au-dessous des deux malléoles.......	0,29	0,23	0,06
Circonférence du cou-de-pied, mesurée dans un sens perpendiculaire à l'axe du pied....................	0,30	0,26	0,04
Circonférence du pied à la racine des orteils.......	0,27	0,23	0,04
Circonférence passant par la pointe des cinq orteils.	0,17	0,16	0,01

Quant aux membres supérieurs, la différence pour la longueur est à peu près nulle, mais il existe en faveur du côté droit, surtout au niveau des articulations, une légère différence de grosseur. Nous n'avons pas constaté d'inégalité dans les mains; la mensuration des deux moitiés du crâne ne nous a pas donné de différence appréciable.

Pour la face, la différence se voit à un premier coup d'œil; on reconnaît une inégalité frappante dans l'ensemble des traits du visage. Celui-ci est un peu plus développé à droite qu'à gauche.

Si pour les membres supérieurs l'inégalité est peu marquée, il n'en est pas de même pour le tronc.

MENSURATION DU TRONC.

	Côté droit.	Côté gauche.	Différences.
	m	m	m
Une ligne partant de l'ombilic et allant au sommet du pli fessier....................	0,46	0,43	0,03
Une ligne partant de l'ombilic et allant au sommet de l'apophyse épineuse de la première vertèbre lombaire mesure...........	0,47	0,43	0,04
Une ligne partant d'un point pris à 0,09 cent. au-dessus de l'ombilic, pour arriver au sommet de l'apophyse épineuse de la première vertèbre lombaire........................	0,44	0,41	0,03

Nous avons vu qu'une différence de 0^{m}, 10 en longueur existe entre les deux membres inférieurs. Avec une différence aussi grande, la claudication devrait être très-considérable; cependant il n'en est rien. Notre malade boite, mais sa claudication est loin d'être en rapport avec l'inégalité de longueur des deux membres. Voici comment ce fait s'explique : en faisant tenir la malade debout et nue, on voit que, d'une part, l'os iliaque droit est beaucoup plus élevé que l'os iliaque gauche; une ligne partant de l'ombilic et allant à l'épine iliaque antérieure et supérieure droite mesure 0^{m}, 11, tandis qu'une ligne semblable du côté gauche en mesure 0,135. Une ligne partant de l'épine iliaque antérieure et supérieure gauche, tombant perpendiculairement sur le raphé médian et prolongée indéfiniment à droite, passe à 0,025 au-dessous de l'épine iliaque antérieure et supérieure droite. Ainsi l'articulation coxo-fémorale droite est plus élevée que l'articulation coxo-fémorale gauche; ce qui doit diminuer déjà et d'autant la claudication. D'autre part, lorsque la malade est debout sur ses deux pieds, les talons sur la même ligne transversale, le genou droit pour arriver au niveau du genou gauche se fléchit de façon à former un angle saillant en avant. Cette flexion de l'articulation tibio-fémorale diminue à la fois

la longueur du membre et la claudication, car cette position se conserve dans la marche et même s'exagère encore.

La colonne vertébrale ne présente pas de déviation permanente. A l'examen des organes des sens nous avons trouvé des différences fonctionnelles bien sensibles : les deux yeux sont parfaitement semblables et sains, et cependant la vision se fait mieux à gauche, côté normal, qu'à droite, côté hypertrophié. Pour l'ouïe, la malade perçoit mieux les sons à gauche qu'à droite. Pour le goût, pour l'odorat, la malade n'a pu nous donner aucun renseignement précis, elle n'a remarqué aucune différence. Les seins sont exactement semblables, mais le sein droit est un peu plus élevé que le sein gauche. Quant aux organes génitaux, nous n'avons rien trouvé d'anormal.

De même qu'entre les deux membres inférieurs, il existe une très-grande inégalité anatomique, de même aussi il existe entre eux une très-grande inégalité sous le rapport physiologique : la température, la sensibilité et la force sont bien différentes suivant qu'on les examine dans l'un ou l'autre membre.

Dans le membre inférieur droit, la température extérieure est beaucoup plus élevée que dans le membre inférieur gauche. Nous n'avons pas apprécié au thermomètre ni le degré de chaleur ni la différence, mais la main appliquée sur la cuisse et sur la jambe droites, en quelque point que ce soit, éprouve la sensation d'une température élevée; il n'en est pas de même pour le membre opposé; dans toute l'étendue de ce membre et principalement au pied, la main perçoit une plus basse température.

Pendant l'hiver, Antoinette Julian éprouve un froid continuel dans la jambe gauche, bien que celle-ci soit bien vêtue, tandis que dans la même saison, la jambe droite, exposée même au contact de l'air, est toujours chaude.

Cette différence de calorification doit dépendre de l'inégalité du développement du système vasculaire; le système circulatoire est certainement plus développé à droite qu'à gauche. La coloration du membre droit est d'un rouge bleuâtre. Lorsqu'on applique le stéthoscope et l'oreille au niveau du triangle de Scarpa sur l'artère fémorale, le battement artériel est tellement fort que la tête est soulevée par la vigueur de l'ondée sanguine. A gauche rien de semblable n'a lieu.

Nous avons mesuré la sensibilité dans les deux membres par la méthode des doubles piqûres; voici les résultats que nous avons obtenus : à 68 millim. d'écartement et transversalement les deux pointes du compas donnent sur le cou-de-pied une sensation unique à droite et double à gauche; à 41 millim. d'écartement, les deux pointes du compas donnent au genou et dans tout le membre une sensation unique à droite et double à gauche. En plaçant les pointes du compas longitudinalement on trouve à 87 millim. d'écartement presque toujours une double sensation à gauche et une seule à droite. En remuant les poils de bas en haut sur les deux membres on trouve une différence bien marquée; ici encore l'excès de sensibilité appartient à la jambe gauche. Pour les membres supérieurs la différence est douteuse. La sensibilité est encore beaucoup plus grande aux sourcils gauches qu'aux sourcils droits, à l'aile gauche du nez qu'à l'aile droite et en général dans toute la moitié gauche de la face. Est-

ce à dire qu'il y ait hyperesthésie dans la moitié gauche du corps? nous ne le pensons pas; nous croyons plutôt que la sensibilité est normale à gauche et très-imparfaite à droite.

En comparant au dynamomètre la force des deux bras et celle des deux membres inférieurs, nous trouvons que :

Le bras droit tire 35 kilogrammes.

Le bras gauche tire 30 kilogrammes. Différence 5 kil.

La jambe gauche 15 kil.

La jambe droite 25 kil. Différence 10 kil.

Nous voyons par ce tableau que la force du membre inférieur droit est plus forte relativement à celle du membre inférieur gauche que celle du membre supérieur droit ne l'est relativement à celle du membre supérieur gauche.

Il existe dans la science des faits ayant une très-grande analogie avec celui qui nous occupe, mais ils sont encore en petit nombre :

M. Chassaignac a observé à l'hôpital Lariboisière un malade dont le corps présentait une hypertrophie considérable d'une de ses moitiés latérales, et M. John Adams (*Lancet*, 7 août 1858, p. 141) cite un jeune homme dont le membre inférieur droit était beaucoup plus développé que le membre correspondant du côté gauche. Dans ces deux cas comme dans le nôtre, l'hypertrophie portait sur tous les tissus et de vastes nœvi existaient exclusivement sur les côtés hypertrophiés, particularité qui ne s'est pas rencontrée chez notre sujet. Enfin, l'observation la plus remarquable en ce genre est celle que M. Broca a publiée en 1859 dans le n° 5 du *Journal de physiologie* de M. Brown-Séquard. Il s'agit d'un garçon de onze ans, chez lequel la moitié gauche du corps est notablement plus développée que la moitié droite. « On dirait, écrit M. Broca, que le corps de cet enfant est formé par la réunion de deux moitiés provenant de deux individus différents d'âge, de taille et de force. » Il en est exactement ainsi pour notre malade : par son côté droit elle ressemble à une femme grande et vigoureuse, et par son côté gauche à une jeune fille maigre et élancée : Dans tous ces faits, l'hypertrophie était congénitale.

Aucun des trois auteurs dont je viens de citer les observations n'a expliqué les causes d'une pareille anomalie. M. Broca dit qu'elles sont tout à fait inconnues. Dans le cas de M. John Adams, la mère attribuait la difformité de son fils à une frayeur qu'elle aurait éprouvée pendant sa grossesse.

Chez notre malade, quelles peuvent être les causes de cette hypertrophie? Nous ne trouvons rien du côté de l'hérédité; le père et la mère ni chez eux ni chez leurs ascendants n'ont jamais rien eu de difforme; Antoinette Julian est la deuxième de quatre enfants; ses frères et sa sœur sont parfaitement bien conformés. Nous ne pouvons pas admettre pour cause un exercice exagéré des membres du côté droit : les parents de notre malade, dans la pensée que le travail serait nuisible à leur enfant, n'ont jamais voulu lui permettre de se livrer à la moindre occupation fatigante. Cette difformité a donc pris naissance dès le sein de la mère; celle-ci, et c'est d'elle-même que nous tenons tous ces renseignements, n'a éprouvé pendant sa grossesse ni frayeur ni aucun accident; elle ne sait à quoi attribuer l'état anormal de sa fille.

J'ajoute quelques mots sur l'état des facultés intellectuelles chez notre sujet. Son intelligence est assez bornée, on saisit même dans sa conversation quelques moments d'absence; mais ce que l'on remarque principalement en elle, c'est un manque absolu de mémoire; à peine a-t-on cessé de lui parler qu'elle a déjà complétement tout oublié.

Un phénomène assez singulier s'est passé chez notre malade durant sa première enfance. Antoinette Julian a eu par la vulve plusieurs hémorrhagies très-abondantes : une première à quatre ans et demi, une autre à sept ans et demi, une troisième à dix ans et demi, une quatrième à treize ans. Ces pertes sanguines étaient excessivement fortes, et au retour de chacune d'elles, la jeune fille presque complétement épuisée de sang faillit succomber. Ces hémorrhagies présentaient cela de particulier que le sang répandu n'était pas à l'état liquide; il arrivait au dehors coagulé, par caillots plus ou moins volumineux, comme s'il eût séjourné pendant quelque temps dans la cavité utérine ou dans le vagin.

A l'époque habituelle où la menstruation s'établit, rien ne parut chez notre malade, et, jusqu'à l'âge de vingt ans, c'est à peine si quelques gouttes de sang apparurent de loin en loin; depuis lors, c'est-à-dire depuis huit ans, la menstruation a été toujours très-irrégulière, très-difficile, et l'écoulement sanguin très-peu abondant.

D'un autre côté, le sujet éprouve une céphalalgie presque continuelle, laquelle augmente d'intensité lorsque la malade reste en repos, soit au lit, soit assise, mais s'affaiblit et finit par disparaître lorsque la malade est restée debout et a marché pendant longtemps. Dans le premier cas, le membre droit diminue de volume; dans le second, au contraire, il atteint son maximum de développement.

Je ne pense pas qu'on ait observé bien souvent des cas où l'anomalie était aussi prononcée. Voici ce que dit M. I. Geoffroy Saint-Hilaire sur ce sujet :

« Un autre genre d'anomalie digne de quelque intérêt consiste dans le développement inégal des deux moitiés du corps, soit dans une ou plusieurs régions, soit dans toutes. On voit en effet chez quelques individus un côté tout entier du corps (c'est ordinairement le droit) plus développé que l'autre; mais la différence est presque toujours très-faible, et tellement même qu'un examen attentif peut seul révéler cette légère variété d'organisation. Plus souvent il y a seulement inégalité entre les membres d'un côté et ceux de l'autre, ou bien entre les deux moitiés, soit de l'abdomen, soit de la poitrine, soit surtout de la tête. Toutes ces anomalies ne sont, au reste, véritablement remarquables que lorsque la disproportion est portée à un haut degré, ce qui n'a lieu que très-rarement. Dans le cas contraire, elles constituent seulement de légères variétés, ap-

parentes seulement pour l'œil exercé du peintre, du sculpteur ou de l'anatomiste, et dont l'influence physiologique est entièrement nulle. » (*Anomalies de l'organisation*, t. I, p. 261.)

Dans le cas que nous venons de rapporter, l'hypertrophie du membre était plus qu'une légère variété de forme, puisque la jeune fille en éprouvait une gêne continuelle, et s'était fait admettre dans notre service pour nous demander des remèdes ou une opération contre une pareille infirmité. Inutile de dire que je n'ai rien fait; la seule chose que je lui aie conseillée, c'est d'exercer autour du membre inférieur une certaine compression avec une chaussette en cuir ou un bas en tissu de caoutchouc.

A la suite de ce fait nous en citerons un autre qui se rapporte à une anomalie en sens inverse. Il y a toujours inégalité congénitale, mais l'inégalité s'est produite parce qu'un des côtés du corps s'est moins développé que l'autre. Cette anomalie nous paraît beaucoup plus fréquente que l'autre; si la première était l'inégalité par hypertrophie, celle-ci doit être appelée inégalité par atrophie. Si nous en rapportons un exemple, c'est qu'il présente certaines particularités intéressantes au point de vue du développement des membres et surtout au point de vue de la variété tératologique dans laquelle on peut le classer. Il s'agit d'un homme de 32 ans dont les bras et les cuisses étaient très-inégalement développés.

Cet individu nous représente du côté droit le premier degré de cette anomalie à laquelle on a donné le nom de *phocomélie* (membre de phoque) (1). Dans cette anomalie portée à son plus haut degré, la main ou le pied existent seuls, et les segments intermédiaires bras et avant-bras ou bien jambe et cuisse manquent tout à fait ou bien sont remplacés par un squelette rudimentaire. Cette organisation rappelle celle des animaux nageurs, des poissons et des phoques, par exemple. Chez notre sujet l'avant-bras était parfaitement développé ainsi que la jambe; l'atrophie portait seulement sur l'humérus et le fémur. C'était donc une anomalie par atrophie bien distincte de la précédente, où l'hypertrophie d'un des membres était évidente.

(1) I. Geoffroy Saint-Hilaire. *Anomalies de l'organisation*, t. II.

Inégalité congénitale des deux moitiés du corps portant surtout sur l'humérus et le fémur.

Louis Genevet, âgé de 32 ans, tailleur, atteint d'une ostéite suppurée de l'extrémité inférieure du fémur gauche, entré à l'Hôtel-Dieu de Lyon, dans le service de M. Ollier, le 1er juillet 1862. Indépendamment de cette affection pour laquelle il s'est fait admettre à l'hôpital, ce malade présente une inégalité très-prononcée entre les membres symétriques. Le membre supérieur droit est beaucoup plus court que le gauche, et la même disproportion existe entre les membres inférieurs. L'inégalité ne porte pas sur l'ensemble du membre, elle porte uniquement ou à peu près complétement sur l'humérus d'une part et sur le fémur de l'autre, de sorte que la difformité est plus choquante que s'il y avait atrophie de la totalité du membre. Chacun des membres vu isolément est disproportionné, l'humérus étant beaucoup trop court pour la longueur de l'avant-bras, et le fémur ayant le même défaut relativement à la jambe.

Cette affection est congénitale; le malade jouit d'une assez bonne santé habituelle; sa nutrition se fait assez incomplétement cependant. Il est pâle et a un aspect scrofuleux. Les os du membre gauche sont gros, très-renflés au niveau des épiphyses.

Voici les principales dimensions pour faire apprécier le degré de l'atrophie :

MEMBRE INFÉRIEUR.	A droite. Centimètres.	A gauche Centimètres.
De l'épine iliaque antérieure et supérieure à la malléole externe	85	91
Longueur du tibia	39	39
Longueur du fémur du point le plus élevé du trochanter au condyle externe	40	46
MEMBRE SUPÉRIEUR.		
De l'acromion à l'épicondyle	27	33
Du pli du coude à l'extrémité du médius	44	45
De l'olécrâne à l'apophyse styloïde du cubitus	28	28,3

La tête vue de haut en bas est inégale, à droite elle est plus saillante dans sa portion occipitale, à gauche c'est dans sa portion pariétale. Les facultés intellectuelles sont peu développées. L'œil droit est sans expression et a une faculté visuelle plus faible. L'audition paraît se faire à peu près également des deux côtés, le malade dit cependant qu'il entend un peu mieux à droite à certaines distances. Il dit également qu'il sent moins bien de la narine droite.

Cette inégalité des organes des sens fait supposer une inégalité des centres nerveux qui ne serait pas partout en rapport avec l'atrophie des organes extérieurs.

(Observation rédigée d'après les notes prises par M. Tripier, interne des hôpitaux).

Ce qu'il y a de remarquable dans cette observation, c'est surtout l'inégalité des humérus et des fémurs; le mode de développement des divers segments des membres fait parfaitement comprendre l'atrophie isolée de l'un deux.

Quant à l'inégalité de la tête, c'est une anomalie très-fréquente, si fréquente même qu'il y a peu de têtes parfaitement symétriques. C'est surtout chez les aliénés qu'on rencontre une inégalité prononcée.

Ces deux observations rapprochées de celle que M. Broca a publiée dans ce journal il y a quatre ans (en 1859) pourraient servir à faire l'histoire de ces anomalies; c'est pour cela que nous les publions aujourd'hui. L'insuccès des sections du grand sympathique nous a paru aussi intéressant à enregistrer, car d'après les expériences et surtout d'après la théorie de M. Schiff on serait autorisé à admettre une action propre des filets du grand sympathique sur la nutrition du squelette. Or, nous le répétons, après six mois, la dilatation de la pupille persistant, nous avons trouvé les deux moitiés du crâne identiques.

Post-scriptum. — Dans un cas très-remarquable, publié par John Reid (*Physiol., Anatom. and Pathol. Researches*, 1848, p. 401 et suiv.), il y avait chez un jeune homme de 15 ans une hypertrophie congénitale considérable du bras gauche. L'hypertrophie existait dans toute les parties du membre : main, avant-bras, bras et épaule. Les artères y battaient avec beaucoup plus de force que dans le membre droit. Ce cas est d'autant plus remarquable que, par suite d'une anomalie de l'acromion, ce jeune homme ne se servait guère du membre hypertrophié.

J. Reid rapporte aussi deux cas d'hypertrophie sans cause apparente de quelques doigts du pied et de la main.

REMARQUES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE DU MUSCLE FRONTAL

PAR M.

H.-J. HALBERTSMA

(Traduit de : *Verslagen en Mededeelingen der Koninklyke Academie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde, Deel* VII.)

Il n'y a, sans contredit, aucun muscle dans le corps humain dont les descriptions divergent autant que celles du muscle frontal. Il est connu que son bord courbe supérieur s'attache à la tunique aponévrotique, et que, depuis Albinus, il est généralement considéré comme le ventre antérieur du muscle épicrânien ou occipito-frontal, tandis que le muscle occipital est admis comme ventre postérieur du même muscle, et la tunique comme placée entre les deux en fait naturellement un muscle plat, large et mince. Le point controversé concerne seulement le mode d'insertion de son bord inférieur à la voûte de la cavité orbitaire. J'ai consulté un grand nombre d'auteurs sur cette insertion, et j'ai trouvé que la plupart d'entre eux ne sont guère d'accord. En comparant les théories de ces auteurs avec mon expérience en dissection, je crois pouvoir soutenir qu'aucun d'eux n'a décrit le muscle frontal d'une manière entièrement conforme à la réalité. Pour cette raison, il m'a semblé utile de communiquer brièvement les résultats de mes recherches.

Le muscle frontal s'attache, par son extrémité inférieure (il n'existe pas de bord distinct), à l'*extérieur*, à la peau des sourcils ; à l'*intérieur*, il se continue avec le muscle pyramidal, l'élévateur de la lèvre supérieure et l'élévateur des ailes du nez, et s'insère par une petite partie de ses faisceaux à la partie de l'os frontal qui se trouve immédiatement au-dessus de la suture d'union avec l'os maxillaire supérieur et qui est désignée par les anatomistes anglais sous le nom de *processus*

angularis int. oss. frontis. Un entre-croisement constant a lieu entre les filaments du muscle frontal et ceux des muscles orbiculaire et surciliers. De plus, on ne saurait nier que le frontal n'adhère plus ou moins à la peau par sa face antérieure. L'insertion principale est donc à la peau, et l'on doit aussi reconnaître comme insertions à la peau les prolongements du frontal dans le pyramidal et dans l'élévateur de la lèvre supérieure et des ailes du nez, puisque le premier se termine à la peau de la face dorsale du nez (ou à l'aponévrose qui y adhère), et le second à la lèvre supérieure et à l'aile du nez. Il n'y a qu'une partie relativement petite du muscle frontal qui s'insère à un os.

Afin de se convaincre pleinement de la justesse de cette description, il ne suffit pas d'enlever la peau qui recouvre le muscle frontal; car alors on n'en aperçoit que l'insertion de la partie interne à l'os frontal et le passage des faisceaux du muscle frontal dans les deux muscles nommés ci-dessus, mais on ne peut déterminer exactement la marche des deux tiers extérieurs, c'est-à-dire de la majeure partie du muscle. On voit, il est vrai, que le muscle n'est pas lisse à la surface antérieure où il se croise avec l'orbiculaire et le surcilier, et que ses faisceaux sont coupés par l'enlèvement de la peau (surface d'insertion); mais, après cela, il est toujours douteux s'il n'y en a pas qui s'insèrent au rebord supra-orbitaire et à l'arc surcilier. Pour acquérir de la certitude à cet égard, il est nécessaire qu'on sépare du crâne, avec la peau, le muscle et le fascia (prolongement de la tunique aponévrotique) sur lequel repose sa face postérieure, comme on a coutume de faire, par exemple, quand on dépouille la voûte du crâne dans le but de faire l'examen anatomique du cerveau. Si l'on examine alors la surface postérieure du muscle, on s'aperçoit, en premier lieu, qu'elle est lisse, et, en second lieu, que le muscle ne s'insère à aucun point au-dessus de l'orbite. — Par manière de comparaison, j'ai réuni les données des auteurs que j'ai consultés et les résultats de ma propre expérience dans le tableau suivant, d'où l'on pourra s'assurer par un seul coup-d'œil de combien ma description s'écarte de celles d'autres auteurs.

AUTEURS.	INSERTIONS.									CONTINUATION.				ADHÉRENCE.
	Bord supra-orbitaire.	Arc sourcilier.	Apoph. angulaire interne de l'os frontal.	Espace intersourcilier.	Apophyse nasale du maxillaire supérieur.	Os du nez.	Suture fronto-maxillaire.	Peau du sourcil.	Orbiculaire.	Pyramidal.	Élévateur de la lèvre et de l'aile du nez.	Orbiculaire.	Sourcilier.	Peau du front.
B.-S. Albinus.....			+							+	+			+
Fr. Arnold........	+			+		+				+		+	+	
Bichat............										+				+?
C.-E. Bock........	+	+			+	+								
Brierre de Boismont										+		+	+	
H. Cloquet........										+				+
De Courcelles.....			+							+	+			
Fles..............		+		+						+				
Halbertsma........			+					+		+	+			+
Hyrtl.............		+		+						+	+			
C.-J.-M. Langenbeck	+	+				+				+	+			
Lauth.............	+?									+				
J.-F. Meckel......			+		+					+	+			
Meyer.............		+												
Pétrequin.........										+		+	+	
Rœmer.............	+				+	+								
Rosenmueller......	+					+								
E. Sandifort.......			+							+	+			+
Theile............	+					+	+			+				
E.-H. Weber......		+				+					+			
E. Wilson........			+						+	+				

En consultant ce tableau, on trouvera que c'est avec les descriptions de B.-S. Albinus et d'Éd. Sandifort que la mienne coïncide le plus ; elle en diffère pourtant en ce sens que ces auteurs ne font pas mention d'une terminaison du muscle dans la peau (des sourcils), mais seulement du passage des filaments du muscle dans la peau, dans toute l'étendue du front, et c'est ce que le passage suivant indique clairement : *Cæterum omni amplitudine sua cuti, interveniente panniculo adiposo*

pertinaciter frontales adnexi sunt (B. S. Albinus, *Historia musculorum*, p. 141; E. Sandifort, *Descriptio musculorum hominis*, p. 63). Il n'est pas fait d'autre mention concernant le rapport entre la peau et le muscle.

Il existe, selon nous, une autre erreur dans la description donnée par Albinus : il dit que la plus grande partie des filaments externes et moyens se distribuent le long du bord orbitaire supérieur, où ils s'insèrent à l'os, tandis qu'en réalité ils se perdent dans la peau des sourcils. La figure du muscle frontal donnée par Albinus, figure correspondant parfaitement avec la description (Voyez ses *Tabulæ musculorum*. Tab., xi, fig. 7), doit donc être modifiée. Au lieu de représenter le point d'insertion, c'est-à dire la peau des sourcils, comme enlevé, Albinus aurait dû spécifier que les filaments externes et moyens sont coupés par l'enlèvement de la peau des sourcils. Remarquons en passant que, dans cette même planche d'Albinus, les diagrammes de quelques autres muscles de la peau pèchent de la même manière, surtout à l'égard de l'orbiculaire buccal. Ce muscle se fixe à la peau tout autour de l'ouverture de la bouche. Vu de face, il faut donc le représenter comme coupé partout, et non comme composé de filaments prolongés. L'apparence qu'Albinus donne à l'orbiculaire n'est applicable qu'à la surface postérieure de ce muscle, c'est-à-dire celle qui est tournée vers l'ouverture de la bouche. C'est pourquoi, à l'exemple d'Éd. Weber, j'ai l'habitude de mettre l'orbiculaire à nu par l'enlèvement du tissu muqueux et des nombreuses glandes labiales, pour la démonstration de ce muscle. A notre avis, il eût été préférable de proposer pour exemple la figure de l'élévateur de la lèvre inférieure dans la même planche, autant pour la partie moyenne et externe du frontal que pour l'orbiculaire buccal.

En comparant les autres opinions mentionnées dans le tableau ci-dessus, on remarquera que les anatomistes français, tels que Bichat, Brierre de Boismont, H. Cloquet et Pétrequin, ne parlent pas d'insertions sur une partie osseuse du crâne, ce qui est certainement inexact. En outre, ils ne font nulle mention du mode principal de terminaison du muscle, et ils ne disent pas si l'on doit considérer ou non le frontal comme se continuant avec le pyramidal, l'orbiculaire et le surcilier; ce qui n'a lieu que pour un petit nombre de filaments, et, même,

pour les deux derniers muscles, n'a pas toujours lieu. L'opinion de Cloquet, que le frontal s'unit en forme de croissant avec la peau du front, est vraie, mais cela ne saurait suppléer une véritable insertion.

E. Wilson s'approche certainement très-près de la vérité quand il dit que le muscle s'insère en partie au *processus angularis int. oss. frontis,* et passe en partie dans le pyramidal. Si l'insertion dans l'orbiculaire signifie que le muscle frontal se termine là dans la peau, sa description s'accorde parfaitement avec ce que nous avons trouvé nous-même ; mais nous ne saurions attacher cette signification à ses paroles.

Je m'abstiens de comparer mes données avec celles des autres auteurs, parce que la plupart commettent la faute de faire aboutir le muscle frontal à des régions osseuses vraiment étendues, telles que le rebord orbitaire supérieur, l'arc surcilier, l'espace inter-surcilier et les os du nez, et passent sous silence les rapports de ce muscle avec la peau, ce qui s'accorde difficilement avec la signification du muscle frontal comme muscle dermique.

A l'égard des fonctions du frontal, que nous devons nécessairement considérer ici en connexion avec celles du muscle occipital, les descriptions s'écartent moins les unes des autres. On trouve ordinairement noté que le muscle frontal : 1° relève la peau du front, ainsi que les sourcils, d'où résultent les rides transversales, ce qui est mentionné même par des auteurs qui croient que le frontal s'insère à des parties osseuses seulement ; 2° que ce muscle meut en avant la peau de la partie chevelue de la tête ; 3° que, conjointement avec l'occipital, le frontal presse la tunique aponévrotique plus fermement contre le crâne, tandis que 4° à l'occipital seul est reconnu le pouvoir de tirer la tunique en arrière.

Cependant un examen minutieux nous apprend promptement que dans l'action du muscle occipito-frontal il est certaines particularités qui se voient communément au-dessus de la tête, tandis que l'existence d'une des actions supposées, c'est-à-dire l'action combinée de l'occipital et du frontal, est très-problématique, et qu'en outre, dans aucun cas, il ne peut être question de pression contre le crâne, vu qu'entre la tunique et le crâne il n'y a rien de compressible.

Une série d'observations faites sur des hommes de différents

âges m'a convaincu qu'il règne une telle diversité dans l'action du muscle occipito-frontal qu'il est difficile d'établir une règle générale. Cette diversité, que je crois devoir attribuer à l'action plus ou moins involontaire du muscle, est si grande que l'on rencontre des individus totalement dépourvus de la faculté d'exercer la moindre action avec leur muscle épicrânien, tandis que d'autres ont cette faculté tellement développée, qu'ils peuvent exécuter presque tous les mouvements dont le frontal et l'occipital sont susceptibles, soit séparément, soit conjointement. Les individus compris dans la sphère de mes observations, étant pris collectivement, peuvent facilement être classés dans les catégories suivantes :

1re *catégorie.* — Les personnes entièrement privées de la faculté de mouvoir le muscle occipito-frontal.

2e *catégorie.* — Celles dont la tunique est immobile et ne peut conséquemment être mue ni en avant par le frontal, ni en arrière par l'occipital. Chez elles, l'action du frontal se borne à relever uniquement les sourcils, ce qui produit les rides transversales connues.

3e *catégorie.* — La tunique n'est mobile qu'en avant, non pas en arrière; dès que le frontal fonctionne, les sourcils se relèvent et la tunique se porte en avant simultanément, ce qui amène naturellement et en même temps la protraction du cuir chevelu. Le relèvement des sourcils, uni à la formation des rides transversales, et le mouvement de la tunique, sont donc synchroniques. Le rétablissement de l'état normal chez les personnes de cette catégorie a lieu aussi dans le même instant : ainsi, le relâchement du frontal marche de pair avec la contraction simultanée du surcilier et de l'occipital.

4e *catégorie.* — Chez ces individus, la même chose a lieu que chez ceux de la 3e catégorie, avec la différence que voici : il leur est facultatif, après l'action du frontal, de faire agir les antagonistes, le surcilier et l'occipital, chacun séparément; bien entendu, l'occipital après le surcilier, mais non pas dans le sens inverse. Ainsi, chez ces personnes, après que les rides transversales se sont formées au front, et que le cuir chevelu a été tiré en avant, on voit d'abord les rides disparaître et les sourcils s'abaisser, et ensuite les cheveux se mouvoir en arrière.

5e *catégorie.* — Dans cette catégorie, l'occipito-frontal ac-

quiert le plus grand développement d'action. Outre la faculté mentionnée à la 3e catégorie, les individus de la 5e ont celle de tirer la tunique en arrière, sans l'action simultanée ou antécédente du frontal. Dans ce cas le cuir chevelu est tiré en arrière sans formation préalable de rides; cela accompli, le frontal agit comme antagoniste, et rétablit l'état de repos entre la tunique et le crâne.

Avant de conclure, il faut que je mentionne en quelques mots un certain mouvement de la tunique qui est assurément très-bizarre. Je veux parler du déplacement latéral produit par le muscle auriculaire supérieur, que j'ai eu une seule fois l'occasion d'observer particulièrement. Ce mouvement est surtout remarquable en ce qu'il corrobore la justesse de l'hypothèse que le muscle épicrânien, du moins sa moitié latérale, est un muscle triceps, proposition que je me rappelle très-bien avoir entendu avancer, pendant mon séjour à Berlin, par le professeur J. Müller, dans ses leçons anatomiques relatives à ce muscle. Il en résulterait que le frontal formerait la partie antérieure de l'épicrânien, l'occipital la postérieure, et l'auriculaire supérieur la latérale, et que la tunique devrait être considérée comme une partie unissante commune aux trois autres.

Enfin je dirai un mot sur ce que nous devons penser du hérissement proprement dit des cheveux, appelé par les Allemands : *Strauben der Haare*, phénomène que nous trouvons mentionné, non-seulement par les poëtes, mais même dans des ouvrages anatomiques. Quelques écrivains soutiennent que la cause de ce phénomène doit se chercher dans l'action du muscle épicrânien; d'autres, au contraire, semblent vouloir l'identifier avec la *chair de poule*, et l'expliquent par la contraction de fibres-cellules musculaires qui entoureraient les bulbes pileux. Je dois avouer que je n'ai jamais vu ce phénomène, et même en appliquant les pôles d'un appareil de rotation, je n'ai rien pu découvrir qui ressemblât à la *chair de poule*. Pourtant, je renoncerais volontiers à mon opinion, pourvu que d'autres juges compétents consentissent à me prouver que l'existence de l'érection des cheveux est une réalité visible et non une fiction poétique.

RECHERCHES

SUR LA

TRANSMISSION DES IMPRESSIONS

DE TACT, DE CHATOUILLEMENT, DE DOULEUR, DE TEMPÉRATURE ET DE CONTRACTION (SENS MUSCULAIRE)

DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE

PAR LE DOCTEUR

BROWN-SÉQUARD

On sait que j'ai trouvé que les impressions sensitives, douloureuses et tactiles, se transmettent d'une manière croisée dans la moelle épinière, c'est-à-dire que la transmission à l'encéphale des impressions provenant d'une des moitiés du corps s'opère dans la moitié latérale de la moelle épinière du côté opposé (1). On sait aussi que j'ai montré que les impressions du sens musculaire diffèrent des autres espèces d'impressions sensitives, en ce qu'elles se propagent sans s'entrecroiser jusqu'à la partie supérieure de la moelle épinière (2). Dans plusieurs mémoires sur la transmission des impressions sensitives, j'ai déjà rapporté les détails des faits expérimentaux qui m'ont conduit à l'opinion que les conducteurs de certaines impressions sensitives s'entrecroisent dans la moelle épinière (3). Je ne donnerai pas ici un nouvel exposé de ces expériences, et je désire seulement publier des preuves nouvelles à l'appui des théories que j'ai proposées, et tirer de

(1) Voyez mes premières publications à ce sujet : *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1849.

(2) Voyez mon livre : *Course of Lectures on the Physiology and Pathology of the Central Nervous System*. 1860, p. 128.

(3) Voyez *Gazette hebdom. de médec.*, etc. 1855, nos 31 et 36 ; *Journ. de Physiol.* 1858, vol. I, pages 176-189, et mon livre déjà cité : *Lectures III, IV* et *VII*.

nouvelles conclusions de faits nouveaux ou d'autres déjà connus. En outre des particularités si intéressantes des expériences et des faits pathologiques concernant la transmission des cinq espèces d'impressions sensitives de la peau, des muscles et des autres parties du tronc et des membres, après la section d'une moitié latérale de la moelle épinière, je signalerai les conséquences de cette lésion sur l'état des vaisseaux sanguins, la chaleur animale, la nutrition, etc.

Il y a au moins cinq espèces distinctes de conducteurs d'impressions sensitives (1) : ce sont les conducteurs des impressions de toucher, de chatouillement, de douleur et de température, et les conducteurs appartenant au sens musculaire. Les quatre premières espèces de conducteurs font leur entrecroisement dans la moelle épinière, tandis que les conducteurs du sens musculaire s'entrecroisent dans la moelle allongée, et peut-être partiellement dans la partie supérieure de la moelle épinière.

Les expériences sur les animaux laissent de nombreux doutes à l'égard des entrecroisements de ces diverses espèces de conducteurs. Il importe donc de rechercher ce qu'enseignent à ce sujet les faits pathologiques observés chez l'homme. Nous allons d'abord rapporter quelques faits avec autopsie, qui ont la plus haute importance, bien qu'ils n'aient pas été observés avec tout le soin nécessaire. Nous rapporterons ensuite d'autres faits cliniques, malheureusement sans autopsie, mais beaucoup mieux observés. Le fait suivant a été observé par M. Monod (2).

OBS. I. — *Hémorrhagie dans la moitié* DROITE *de la moelle épinière. Paralysie du mouvement à* DROITE *et de la sensibilité à* GAUCHE.

Raucourt (Jean), âgé de vingt-neuf ans, très-fortement constitué, d'un tempérament sanguin, fut subitement affecté, le 8 juillet, d'un frisson fort intense accompagné de douleurs dans presque toute la longueur de la colonne vertébrale. Le point de départ de cette sensation était la région lombaire. La douleur se propagea dans les flancs. Le lendemain 9, le malade s'aperçut que la jambe droite était plus faible que la gauche ; il ne put rendre ses

(1) Il est probable qu'il existe plus de cinq espèces de conducteurs d'impressions sensitives dans la moelle épinière, car les conducteurs des impressions voluptueuses peuvent être paralysés, alors que les autres espèces de sensibilité de la muqueuse uréthrale et de la peau de la verge persistent. J'ai vu deux cas de cette anesthésie spéciale de la volupté.

(2) Voyez Ollivier d'Angers, *Traité des maladies de la moelle épinière*, vol. II, p. 177.

urines, et fut sondé. Deux jours après, 11 juillet, le malade fut apporté à l'Hôtel-Dieu et couché à la salle Saint-Paul. Il offrit les symptômes suivants : — *Le membre inférieur* DROIT *était paralysé incomplétement du mouvement;* de légères contractions étaient encore possibles. *Le malade n'accusait de ce côté aucun défaut de sensibilité. Du côté* GAUCHE, *les mouvements étaient libres, mais la sensibilité était entièrement détruite depuis le mamelon jusqu'aux orteils.* La vessie était fortement distendue par l'urine, et le malade n'avait pas été à la selle depuis le 8. On ne constata pas s'il existait encore de la douleur dans la région lombaire. Du reste, il n'y avait aucun symptôme fébrile. La chaleur de la peau et le pouls étaient dans l'état normal, la langue était humide et légèrement blanche, l'urine obtenue par la sonde était claire et limpide, la parole et les fonctions intellectuelles n'étaient pas troublées. — Le 13, un lavement purgatif détermina de nombreuses évacuations alvines, liquides et involontaires. Le 14, des douleurs très-vives se manifestèrent dans l'hypogastre et dans les flancs, les urines devinrent troubles et sanguinolentes, il y eut des nausées, la langue devint rouge et sèche, le pouls plein et fréquent. Malgré les antiphlogistiques, ces symptômes augmentèrent rapidement d'intensité; une douleur aiguë se manifesta dans la région des reins, les urines charrièrent du pus et du sang. Deux moxas et deux cautères furent successivement appliqués sur les côtés de la colonne vertébrale dans la région lombaire. Le malade tomba dans la prostration, d'énormes escarres se formèrent sous le sacrum et les trochanters; la gangrène s'empara des plaies résultant de l'application des exutoires, et la mort survint après une longue agonie, le 10 août, au trente-quatrième jour de la maladie.

Autopsie cadavérique, quarante heures après la mort. — Habitude extérieure. — Cadavre d'un adulte de taille moyenne, robuste; peau pâle, chairs flasques; pas de raideur cadavérique; putréfaction avancée à l'hypogastre et aux lombes. A la partie postérieure des lombes, on voit les larges et noires escarres qui ont succédé aux exutoires, et plus bas, on aperçoit celles qui sont survenues spontanément et qui ont le même aspect. Le cerveau et ses enveloppes sont dans l'état normal. Les muscles sous-jacents aux escarres sont mollasses, bruns, noirâtres, et s'écrasent facilement. Les veines rachidiennes sont gorgées d'un sang liquide brunâtre, mêlé de gaz, et le tissu cellulaire, qui remplit en arrière le canal vertébral, a une couleur brunâtre; le tissu des vertèbres a lui-même une coloration semblable. La moelle rachidienne, dont l'aspect, la couleur et la consistance sont à l'état normal au niveau du bulbe supérieur, offre en avant, le long du sillon antérieur, une strie rouge, bleuâtre, qui, commençant à un demi-pouce au-dessous du bulbe supérieur, se termine à l'extrémité inférieure de l'organe. Cette strie n'est visible qu'en écartant légèrement les cordons antérieurs après avoir incisé longitudinalement leur membrane propre : au-dessus du renflement crural, cette strie s'élargit et se convertit en une bouillie rouge-brunâtre qui remplit le sillon antérieur dans l'étendue de deux pouces et demi environ. De plus, vis-à-vis de l'origine des racines antérieures et postérieures des derniers nerfs dorsaux du côté droit, dans la même étendue, la membrane propre a une couleur violacée, noirâtre, irrégulièrement circonscrite. La consistance de la moelle

est sensiblement diminuée dans ce point. En faisant des coupes transversales de la moelle et en déplissant les cordons antérieurs, il a été facile de s'assurer qu'au niveau de l'origine des derniers nerfs dorsaux, dans l'étendue indiquée plns haut, existe *un épanchement de sang dans la substance grise centrale, qui a commencé dans la portion* DROITE, et s'est ensuite infiltré à gauche; que ce sang, mêlé au détritus de la moelle, forme une bouillie brunâtre à la circonférence, rouge dans le centre de l'organe; qu'*il s'est étendu principalement dans les deux cornes grises qui, du côté* DROIT, *se rendent aux nerfs rachidiens*, et a ainsi déterminé la coloration extérieure de la membrane propre; que *les parois du foyer apoplectique sont formées par la substance blanche beaucoup plus épaisse à gauche qu'à* DROITE, OU LA MOELLE EST PRESQUE ENTIÈREMENT DÉTRUITE; que *la substance blanche des parois est fort molle;* qu'*à partir du foyer le sang s'est épanché dans le* CORDON GRIS CENTRAL DROIT *jusqu'au niveau de la deuxième paire dorsale;* qu'il a conservé sa fluidité, et que c'est en s'infiltrant au-dessus de la commissure qu'il a coloré le fond du sillon antérieur. Les membranes rachidiennes n'offrent pas d'altération notable. — Les poumons et le cœur sont dans l'état normal. — L'estomac présente quelques traces légères de phlegmasie. Les intestins sont sains. — La rate, adhérente à l'estomac et au diaphragme par une fausse membrane récente, offre, dans le point correspondant, un foyer purulent, bien circonscrit, du volume d'une aveline; d'autres abcès, en grand nombre, existent dans le reste de l'organe. Les deux reins, principalement le droit, sont criblés de foyers purulents; les calices, les bassinets et les uretères sont fort injectés et parsemés d'ulcérations recouvertes de fausses membranes grisâtres; tous ces canaux contiennent une urine purulente, épaisse, mêlée de caillots sanguins. La vessie est parsemée d'ulcérations larges et profondes dans son bas-fond, la membrane muqueuse est d'un gris noirâtre. Le système veineux ne présente pas d'altération notable, le sang est partout fort liquide.

Bien qu'incomplète, cette observation est extrêmement importante. Elle montre : 1° qu'une altération de la moelle épinière, à *droite*, produit de l'anesthésie à *gauche*; 2° que les mouvements volontaires restent *libres* à *gauche*, malgré une lésion considérable de la moitié *droite* de la moelle, liberté de mouvement qui fait voir que le sens musculaire était conservé. M. Monod ne dit pas s'il s'est assuré que le membre inférieur gauche avait perdu le *sens de la température*, mais, comme il dit que la sensibilité était entièrement détruite, il est évident que les impressions de toucher et de douleur ne se transmettaient plus. Cette observation confirme donc les résultats des expériences sur les animaux, qui montrent que les conducteurs des impressions de toucher et de douleur s'entrecroisent dans la moelle épinière, tandis que les conducteurs des impressions

de contraction (sens musculaire) se propagent d'une manière directe, au moins jusqu'au voisinage de la moelle allongée.

Un autre fait important dans l'observation de M. Monod est que la sensibilité, là où elle était détruite, l'était entièrement alors que la lésion était limitée à la substance grise, ce qui confirme aussi la conclusion tirée des expériences sur les animaux, que la transmission des impressions sensitives (celles de toucher comme celles de douleur) se fait par la substance grise et non par les cordons postérieurs.

Le cas suivant a été recueilli par le docteur Oré, de Bordeaux, sous les yeux d'un observateur du plus haut mérite, le professeur Gintrac.

OBS. II. — *Tumeur comprimant la moitié* DROITE *de la moelle épinière.—Paralysie incomplète du mouvement à* DROITE *et de la sensibilité à* GAUCHE.

Richard (Pierre), âgé de quarante ans, menuisier, natif de Lille, d'un tempérament lymphatique et d'une faible constitution, entra dans le service de clinique médicale de M. le professeur Gintrac au mois d'octobre 1849. A part quelques blennorrhagies, il n'avait jamais été malade. Depuis longtemps, sans pouvoir en déterminer la cause, ce malade éprouvait dans tout le côté du tronc, en arrière au niveau de la région lombaire, des douleurs très-intenses. Ces douleurs, qu'augmentaient beaucoup les mouvements de flexion et d'extension du tronc, s'accompagnèrent bientôt de faiblesse dans les mouvements du membre inférieur droit, sans modification de la sensibilité. Des sangsues et des vésicatoires volants furent employés avant son entrée à l'hôpital Saint-André de Bordeaux. Le 30 octobre, jour de son entrée à l'hôpital, le malade présente l'état suivant. Le pouls est calme et régulier, mais un peu filiforme, la face offre une coloration jaune pâle. Le malade accuse des douleurs vives dans les lombes, surtout dans le côté droit. La pression exercée sur les apophyses épineuses augmente beaucoup les douleurs qui s'exaspèrent par intervalles. Il est facile de s'apercevoir que la colonne vertébrale n'offre aucune modification dans sa forme. *Dans le membre inférieur droit, le mouvement est considérablement affaibli; la station sur ce membre est même presque impossible. La sensibilité, au contraire, n'a subi aucune modification;* ELLE PARAÎTRAIT PLUTÔT AUGMENTÉE. Des symptômes tout à fait opposés existent dans le membre inférieur gauche. En effet, *le mouvement n'est pas diminué, tandis qu'il existe des traces légères de sensibilité.* — Le malade éprouve en outre une constipation assez opiniâtre et habituelle. — On prescrit : 20 sangsues sur le point douloureux, liniment avec l'eau de laurier-cerise et le laudanum, potion avec l'extrait thébaïque, lavement avec 60 grammes d'huile de ricin. — 31 octobre. Les douleurs persistent dans les lombes et s'irradient vers la partie supérieure de la cuisse droite. Le malade n'a pas eu

d'évacuation après avoir pris le lavement purgatif; la vessie est, de plus, distendue par l'urine. (Nouveau lavement purgatif, cathétérisme.) — 1er novembre. Les douleurs lombaires sont toujours aussi intenses, *le mouvement du membre inférieur* DROIT *s'affaiblit, la sensibilité y persiste toujours.* Les symptômes déjà notés se maintiennent à gauche. (On prescrit trois applications du marteau de Mayor dans la région lombaire.). — Les applications fréquemment répétées du marteau de Mayor et des cautères avec la poudre de Vienne ne modifièrent pas l'état du malade. L'abolition du mouvement devint complète, les mêmes symptômes eurent lieu du côté de la sensibilité. La constipation et la rétention d'urine devinrent opiniâtres et continues, les forces diminuèrent peu à peu, et le malade mourut à la fin du mois de janvier de 1850.

Nécropsie. — Habitude extérieure. Cadavre bien conservé, amaigrissement, thorax bien développé, roideur cadavérique assez forte. — *Rachis. Sur la partie latérale* DROITE *de la dure-mère rachidienne,* vers le milieu de la région dorsale, existe une sorte de végétation fongoïde, qui se prolonge vers la partie antérieure et descend jusqu'à la partie la plus inférieure du canal vertébral, toujours inhérente à la dure-mère. L'aspect de cette fongosité varie : supérieurement, la surface est lisse, rougeâtre, non adhérente au canal, *mais ayant déprimé, au contraire, la moitié latérale* DROITE *de la moelle, qui est sensiblement atrophiée dans cette partie;* inférieurement, cette fongosité est adhérente, elle est ramollie et se présente sous l'aspect d'une pulpe jaunâtre ayant la consistance du beurre. Dans la région cervicale et la moitié supérieure de la région dorsale, la dure-mère offre son état normal. Les nerfs, à la sortie de la dure-mère, ne paraissent pas altérés, le névrilemme de quelques-uns est jaunâtre. — *Cerveau.* Les sinus de la dure-mère crânienne sont gorgés de sang. Il y a une légère infiltration sous-arachnoïdienne, la substance cérébrale offre sa consistance normale, les poumons et le cœur présentaient des altérations peu importantes et qu'il est inutile de rapporter. (*Mémoires de la Société de Biologie* pour 1853, vol. V, p. 303.)

Cette observation, comme la précédente, démontre que la transmission des deux espèces d'impressions sensitives que l'on observe généralement, c'est-à-dire celles de toucher et de douleur, se transmettent d'une manière croisée dans la moelle épinière. Elle montre aussi que pour le sens musculaire la transmission se fait d'une manière directe, car *le mouvement n'était pas diminué* dans le membre gauche. La cause primitive des symptômes dans ce cas était à l'extérieur de la moelle et lésait, sans doute, la substance grise moins que dans le cas précédent. Aussi, voyons-nous que des traces légères de *sensibilité* persistaient dans le membre gauche.

M. Oré rapporte aussi, mais d'une manière beaucoup trop brève, les principaux points d'une autre observation recueillie

[illegible] du professeur Gintrac. Voici textuellement ses [illegible]

[illegible] malade entra à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, après avoir [illegible] subitement de *perte du mouvement dans les deux membres* [illegible] avec *conservation de la sensibilité*. Au contraire, la sensibilité [illegible] *très-obtuse* A DROITE.

A l'autopsie on trouva un *caillot sanguin qui avait son siége dans* [illegible] GAUCHE *de la moelle cervicale*. (*Mém. de la Soc. de Biol.* [illegible], p. 301.)

Cette observation manquant de détails, nous nous bornerons à dire qu'elle montre qu'une lésion dans la moitié latérale gauche de la moelle produit de l'anesthésie dans la moitié droite du corps et non dans la moitié gauche, d'où il suit que la transmission des impressions sensitives (de douleur et de toucher) se fait d'une manière croisée dans la moelle épinière.

Dans les cas mentionnés ci-dessus, l'hypéresthésie si considérable que l'on trouve chez les animaux après la section des cordons postérieurs ou d'une moitié latérale de la moelle épinière n'a pas été signalée. M. Oré cependant (*Obs.* II, ci-dessus), dit que la sensibilité semblait *augmentée*. Nous montrerons plus tard que, dans des cas analogues aux précédents, la sensibilité a acquis un degré très-notable, non-seulement pour les sensations de douleur, mais aussi pour celles de toucher, de chatouillement et de température.

Par suite de raisons que nous donnerons plus tard, nous laissons de côté pour le présent deux ou trois autres cas dans lesquels une autopsie a été faite, et nous passons maintenant à des cas nombreux et importants, dans lesquels, bien que l'autopsie n'ait pas été faite, les symptômes ont été tels que nul doute ne peut rester dans l'esprit de tout lecteur attentif à l'égard de nos conclusions. Avant de rapporter les faits observés par nous-même nous donnerons le fait suivant de M. Viguès.

OBS. IV. — *Plaie de la moelle épinière dans la région dorsale. — Sensibilité exagérée dans le membre abdominal* GAUCHE, *et anéantie dans le membre abdominal* DROIT.

Le 4 février 1850 est entré à l'hôpital Saint-Louis, salle Saint-Augustin, n° 41, service de M. Nélaton, le nommé A. C., âgé de vingt-huit ans. Vers deux heures, il se trouvait dans le quartier Saint-Martin, au moment

où l'on arrachait un arbre de liberté, lorsqu'une charge de sergents de ville vint fondre, dit-il, sur le groupe dont il faisait partie; il se sauve, fait un faux pas et, sur le point de tomber (ses mains touchaient déjà le sol), il reçoit sur la tête et dans le dos deux coups après lesquels il lui est impossible de se relever. On le transporte à l'hôpital Saint-Louis.

A son entrée, on constate, au sommet de la tête une plaie transversale, linéaire, de 3 centimètres 1/2 d'étendue et n'intéressant que le cuir chevelu. A la partie postérieure du thorax, du côté droit, entre la neuvième et la dixième vertèbres dorsales, à 3 centimètres en dehors de la ligne des apophyses épineuses, il existe une plaie transversale, d'une étendue de 1 centimètre 1/2. Le premier médecin qui avait vu le malade avait exploré cette plaie; il nous donna les renseignements suivants, dont nous nous gardâmes bien de vérifier l'exactitude : un stylet avait été introduit dans la plaie et avait pénétré à une profondeur de 6 centimètres, suivant un trajet oblique de droite à gauche et légèrement dirigé de bas en haut. Ces plaies avaient été produites par une épée dont la pointe présentait à son extrémité une largeur de 8 millimètres.

Le soir, à la visite, quatre heures après l'accident, le malade se trouve dans un état d'excitation qui ne permet qu'un examen superficiel. Il est couché sur le dos et n'éprouve pas de douleurs bien vives, si ce n'est aux environs de la plaie dorsale. Les membres inférieurs sont dans une immobilité complète, il ne peut leur faire exécuter aucun mouvement. La vessie est distendue par une grande quantité d'urine; il n'a pas uriné depuis le matin. (Cathétérisme.)

Le lendemain, 5 février, on procède à un examen plus complet. Le malade n'a pas dormi la nuit, il a été très-agité et s'est plaint de douleurs violentes dans les membres inférieurs et principalement dans le membre gauche; il éprouve une sensation de brûlure et d'engourdissement qui augmente par instant d'une manière brusque et ressemble, selon lui, à des secousses électriques très-douloureuses. La sensibilité du membre abdominal *gauche* est tres-évidemment exagérée. Lorsqu'on applique simplement la main sur ce membre, les douleurs deviennent très-vives, et la pression même la plus légère lui fait pousser des cris. Cet état de la sensibilité existe à un égal degré dans toutes les parties de ce membre, depuis et y compris le pied jusqu'à la crête iliaque. Au dessus de cette crête, la sensibilité ne présente rien d'anormal. Dans la fesse gauche, même exaltation de la sensibilité jusqu'au sacrum et au coccyx. Dans toutes ces parties la sensibilité est tellement vive que la simple impression de l'air froid sur elle, lorsqu'on découvre le malade, provoque de la douleur. Dans ce membre, qui hier était immobile, on remarque quelques petits mouvements dans les orteils; tout le reste du membre est immobile, et malgré tous ses efforts pour le mouvoir, le malade ne peut le faire changer de place. *A droite*, au contraire, on observe dans le membre inférieur un affaiblissement de la sensibilité. La sensibilité tactile paraît conservée; ainsi le malade s'aperçoit bien qu'on le touche, mais si on le pique avec une épingle, puis qu'ensuite on presse seulement avec le doigt, il a bien la sensation du contact, mais il ne distingue pas la piqûre de l'épingle de la simple pression du doigt; la piqûre ne lui fait éprouver aucune douleur. Ce

membre n'est plus immobile comme hier, le malade fléchit le pied sur la jambe, et celle-ci sur la cuisse ; les mouvements sont assez étendus, il ne peut cependant pas soulever son membre assez pour qu'il ne touche plus le lit. L'abdomen, la partie postérieure du tronc au-dessous de la blessure ont conservé leur sensibilité normale, à l'exception toutefois de la région lombaire gauche qui est aussi douloureuse à la pression que le membre inférieur du même côté. La température des membres inférieurs est la même que celle du corps et ne présente pas de différence pour chacun des deux membres. Depuis le cathétérisme, il n'a pas uriné ; il n'a pas eu non plus de garde-robe ; l'état général est bon, du reste ; le pouls est plein, mais sans fréquence ; il y a de l'appétit ; il n'existe rien d'anormal dans les autres fonctions. La respiration s'exécute très-librement, elle lui fait seulement éprouver une légère douleur au niveau de la plaie dorsale ; les côtes s'abaissent et s'élèvent d'une manière régulière ; les mouvements qu'exécute l'abdomen pendant la respiration ne présentent non plus aucune altération. Les mouvements et la sensibilité sont tout à fait intacts dans les membres supérieurs et dans toute la partie supérieure du corps. Pendant la journée le malade éprouve des secousses encore plus violentes. L'hypéresthésie du côté gauche s'est étendue au-dessus de la crête iliaque, l'hypochondre gauche, la partie gauche de l'hypogastre, le sacrum, le coccyx, qui le matin n'étaient pas douloureux à la pression, présentent ce soir, lorsqu'on les touche, les mêmes phénomènes que la cuisse et le reste du membre inférieur gauche. Le scrotum est aussi devenu douloureux, de même que la peau de la verge, mais à un moindre degré. Si l'on applique sur la cuisse gauche une compresse imbibée d'eau à 30 degrés, le malade éprouve un sentiment de brûlure assez grand pour lui faire pousser des cris. Si l'on applique ensuite de ce même côté une compresse trempée dans l'eau à la température de la salle, il éprouve un sentiment de froid très-vif. Mêmes douleurs sur tous les points où nous avons vu qu'existait l'hypéresthésie. A droite, au contraire, si l'on applique des compresses imbibées d'eau chaude ou d'eau froide, comme on l'a fait du côté opposé, le malade a bien la conscience d'un corps qui le touche, mais il ne peut juger ni de la température, ni du degré d'humidité ou de sécheresse de ce corps ; mêmes sensations sur la jambe et le pied de ce côté. Si on chatouille la plante du pied droit, il ne perçoit aussi qu'un simple contact, il est insensible au chatouillement. Cette manœuvre répétée à gauche est excessivement douloureuse. Lorsqu'on promène les doigts sur la gouttière vertébrale en pressant sur les apophyses épineuses, le malade ne ressent de douleur qu'en un point limité, au niveau de la plaie dorsale.

A partir du 6 février les mouvements du côté droit deviennent de plus en plus énergiques ; le malade, placé dans le décubitus latéral droit pour éviter la formation d'escarres au sacrum, peut, malgré cette situation désavantageuse, faire mouvoir aisément le membre droit depuis le milieu du lit jusqu'au bord. A gauche, les mouvements sont toujours beaucoup moins forts ; cependant ils ne sont plus bornés aux orteils, le malade commence à fléchir le pied sur la jambe. L'hypéresthésie est moins considérable sur la fesse gauche, le sacrum, le coccyx et la cuisse, mais elle persiste toujours au même degré, à la jambe, surtout à la partie posté-

rieure et au pied. A droite, si on applique simplement la main sur le membre sans presser, il n'en a plus conscience; si l'on pique un peu fortement, il éprouve bien une sensation, mais il ne peut préciser l'endroit où se fait la piqûre; ainsi piqué au pied ou à la jambe, il hésite, lorsqu'on l'interroge, et répond qu'il croit que c'est à la cuisse. Lorsqu'on le presse fortement il a bien conscience qu'on le touche, mais cette sensation tient sans doute à l'ébranlement produit au membre quand on le comprime un peu fort, et à la traction de la peau de ce membre qui se transmet à celle de l'abdomen qui est restée sensible. Il a pu, pour la première fois, uriner seul; il n'a pas encore eu de garde-robe. Les jours suivants, même état de la sensibilité et du mouvement dans les membres inférieurs. On administre plusieurs purgatifs; l'huile de ricin, puis 15 grammes d'eau-de-vie allemande n'ont produit aucun résultat; il prend deux gouttes d'huile de croton, il a, dans la journée du 17 février, une garde-robe, mais les matières ont été excrétées sans que le malade en ait eu la conscience. Le membre gauche est toujours plus sensible qu'à l'état normal, il a augmenté de volume, la peau qui le recouvre est sèche, rugueuse, recouverte d'écailles formées par l'épiderme. Accumulation de liquide dans l'articulation du genou, assez considérable pour éloigner la rotule des condyles de plus d'un centimètre. La partie postérieure du membre est surtout infiltrée. Rien de semblable n'existe à droite. De ce côté, toujours même état de la sensibilité. Même limite des mouvements à gauche.

20 février. Le malade, fatigué du décubitus dorsal, est placé alternativement sur les côtés, mais surtout sur le droit, la position sur le côté opposé étant trop douloureuse. On peut ainsi examiner le siége, et l'on aperçoit, sur la partie latérale droite du sacrum et sur la fesse de ce côté, une escarre, dont ne s'était pas plaint le malade, et qu'il n'avait pas sentie. Dans un espace de 7 à 8 centimètres, l'épiderme seul est soulevé et laisse voir le derme à nu; dans certains points très-limités, l'escarre est plus profonde et a atteint le derme. Sur la fesse gauche, aucune trace d'escarre. Depuis l'administration des purgatifs, il a eu plusieurs fois des garde-robes, mais toujours involontaires.

25 février. L'escarre ne s'est point étendue. Le membre inférieur droit se meut de jour en jour avec plus de facilité. La sensibilité est toujours dans le même état. A gauche, quoique n'ayant pas gagné en étendue, les mouvements s'exécutent d'une manière plus facile et plus prompte. Lorsqu'on dit au malade de fléchir la cuisse sur le bassin, il ne peut le faire, seulement on voit les muscles antérieurs de la cuisse se contracter; les mouvements du pied sont faciles. Le gonflement de la cuisse a beaucoup diminué; les téguments sont toujours secs et couverts de lamelles d'épiderme. La sensibilité paraît revenue à l'état normal, à la cuisse et à la moitié supérieure de la jambe, mais à la partie inférieure et au pied, la moindre piqûre ou le tiraillement des poils causent au malade de très-vives douleurs.

5 mars. Les garde-robes sont toujours involontaires, elles sont cependant assez régulières pour qu'on n'aie pas eu besoin d'administrer de nouveaux purgatifs. A droite, même état de la mobilité. La même insensibilité existe toujours sur tout le membre droit, et remonte de ce côté jusqu'à

l'ombilic; elle s'arrête au niveau de la ligne médiane, depuis l'ombilic jusqu'au pubis. A gauche, l'hypéresthésie existe encore dans le pied et la moitié inférieure de la jambe. Les mouvements de ce côté sont plus étendus; ainsi le malade a pu, ce matin, fléchir la cuisse sur l'abdomen, presque à angle droit. Il se meut plus facilement dans son lit et peut presque, sans aide, changer de position et se placer sur les côtés.

20 mars. Hier, pour la première fois depuis son entrée, il est allé volontairement à la garde-robe. L'amélioration a continué, il peut se mettre seul sur son séant et rester plusieurs heures dans cette position. A gauche, les mouvements sont presque revenus à l'état normal. La sensibilité n'est plus exagérée de ce côté, même dans les parties inférieures du membre. Même état de la sensibilité à droite.

Les jours suivants le malade est assez bien pour pouvoir rester pendant plusieurs heures assis auprès de son lit, il essaie de se tenir debout, et l'amélioration est telle que le 15 avril il peut marcher seul avec des béquilles. A cette époque la sensibilité et le mouvement sont revenus à l'état normal à gauche. A droite, la sensibilité est toujours obtuse, le pied ne sent pas les inégalités du sol et ne peut apprécier les différences de température.

Le malade sort de l'hôpital le 15 juin 1850, après un séjour de quatre mois et demi. La sensibilité dans le membre inférieur droit n'est pas encore revenue à son état normal; l'amélioration du côté gauche a persisté, et depuis quelque temps déjà il marchait en se soutenant seulement avec une canne.

J'ai revu ce malade au commencement de l'année 1853, il avait pu reprendre ses travaux quelques mois après sa sortie de l'hôpital. Depuis ce temps, il travaille comme avant d'avoir été blessé, sa profession exige qu'il travaille debout; sa marche n'est nullement gênée, et il a pu faire plusieurs lieues dans un jour sans éprouver trop de fatigue. Depuis sa sortie de l'hôpital, il a cohabité avec des femmes, les fonctions génitales n'ont été troublées en rien. Du reste, pendant son séjour dans les salles, on n'a jamais observé chez lui l'excitation des organes génitaux que l'on rencontre quelquefois dans les lésions traumatiques de la moelle.

L'année dernière ce malade est venu me consulter de nouveau, il avait à la partie interne du genou droit une plaie de 10 centimètres carrés environ, au centre de laquelle était une escarre très-profonde et qui était entourée de phlyctènes. Il ne savait à quoi attribuer cette plaie; la veille il avait fait une longue course, plusieurs lieues; son pantalon qui était en drap avait frotté, sans qu'il s'en aperçût, sur le point que je viens d'indiquer; ce n'est que le lendemain, à son réveil, qu'il vit son genou dans cet état; il n'éprouvait dans ce point aucune douleur, quoique l'épiderme eût été enlevé dans une assez grande étendue. Malgré l'insensibilité qui existe dans le membre inférieur droit, ce membre a conservé ses fonctions, comme on a pu le voir par les longs trajets que peut faire ce malade sans se fatiguer. (*Moniteur des hôpitaux*, 1855, p. 838.)

Cette observation remarquable, recueillie avec un soin ex-

trême par notre ami le docteur Viguès, mérite toute notre attention. Il est évident qu'en l'absence d'une autopsie nous ne pouvons savoir d'une manière exacte quelle lésion a existé dans la moelle épinière du blessé. Si nous admettons l'opinion si contraire aux résultats des expériences sur les animaux : que la transmission des impressions sensitives s'opère par les cordons postérieurs, et celles des ordres de la volonté aux muscles par les cordons antérieurs; si nous admettons aussi que la transmission des impressions sensitives de même que celle des ordres de la volonté aux muscles s'opère d'*une manière directe* dans la moelle, c'est-à-dire que les cordons droits servent à la transmission de ces deux sortes de courants nerveux pour la moitié droite du corps et que les cordons gauches servent à la moitié gauche du corps, nous trouvons que la section du cordon postérieur droit et celle du cordon antérieur gauche pourraient parfaitement expliquer les phénomènes observés. La direction de la plaie est en harmonie avec cette supposition ; mais celle-ci perd absolument toute chance d'être maintenue un seul instant en présence du fait que *la pointe de l'épée avait 8 millimètres*, c'est-à-dire la largeur de la moelle entière au niveau de la blessure. Si l'on remarque que la plaie de la peau était *transversale*, et que, conséquemment, celle de la moelle l'était aussi ; si l'on remarque, de plus, que, pour couper à la fois le cordon antérieur *gauche* et le cordon postérieur *droit*, le cordon postérieur *gauche*, ainsi que la substance grise à gauche, devaient aussi avoir été coupés (à cause de la largeur de l'épée à sa pointe), il est clair que les phénomènes observés dans ce cas sont tout à fait contraires à la théorie ancienne que nous venons d'exposer.

Si l'on essaie de se représenter la lésion d'après la direction de l'épée et en tenant compte des phénomènes observés par M. Viguès et des faits connus à l'égard des fonctions des diverses parties de la moelle, on trouve :

1° Qu'une section incomplète de la moitié droite de la moelle épinière est possible d'après la direction et la largeur de l'épée, mais impossible d'après les symptômes;

2° Qu'une section d'une partie de la substance grise et celle des deux cordons postérieurs est possible d'après la direction et la largeur de l'épée, et impossible d'après les symptômes;

3° Qu'une section presque complète de la moitié gauche de

la moelle épinière et d'une portion de la moitié droite de la moelle dans sa moitié postérieure est possible d'après la direction et la largeur de l'épée, et possible aussi d'après les symptômes, si l'on admet la théorie que nous soutenons.

Il est impossible de dire exactement quelle a été l'étendue de la plaie de la moelle; mais comme il est évident, d'après les symptômes, que la partie antérieure gauche de la moelle a été lésée, et que, conséquemment, comme l'instrument est venu de droite à gauche, il a dû léser le cordon postérieur droit et couper transversalement la totalité du cordon postérieur et du cordon latéral du côté gauche, et la presque totalité, sinon la totalité, de la substance grise du même côté.

Examinons maintenant les symptômes l'un après l'autre :

Sensibilité. — 1. Dans le membre gauche on constate, dès le premier examen attentif, que la *sensibilité est très-évidemment exagérée.* « La pression la plus légère fait pousser des cris » au blessé, et cet état d'hypéresthésie existe au même degré dans toute l'étendue du membre. « La simple impression de l'air froid provoque de la douleur. » L'hypéresthésie que j'ai découverte chez les animaux après la section d'une moitié latérale de la moelle, existe donc aussi chez l'homme après une section analogue.

2. Dans ce même membre, si on applique sur la cuisse une compresse imbibée d'eau à 30 degrés (Réaumur?), c'est-à-dire à une température qui n'était certes guère supérieure à celle du membre, « le malade éprouve un sentiment de brûlure assez grand pour lui faire pousser des cris. » De l'eau à la température de la salle fait éprouver un sentiment de froid très-vif. Il y avait donc *hypéresthésie du sens de la température.*

3. Dans le membre droit, la sensibilité tactile *paraissait* exister, car le malade s'apercevait qu'on le touchait, mais il ne distinguait pas la piqûre d'une épingle d'une simple pression du doigt. Le lendemain ce faible reste de sensibilité tactile était perdu presque complétement.

4. La sensibilité à la *douleur* paraissait complétement perdue dans ce membre.

5. La plante du pied droit était insensible au *chatouillement.*

6. La cuisse, la jambe et le pied du côté droit ne peuvent juger ni de la *température* ni de la sécheresse ou de l'humidité de compresses imbibées d'eau chaude ou d'eau froide.

Mouvements. Après avoir été presque complétement paraplégique pendant le premier jour, le blessé, dès le lendemain, fléchit le pied droit sur la jambe et celle-ci sur la cuisse. Le membre droit réacquit sa puissance motrice très-rapidement. Le retour des mouvements volontaires fut beaucoup plus lent dans le membre gauche.

Nutrition, chaleur animale, etc. La température des deux membres (l'auteur ne paraît en avoir jugé qu'à l'aide de la main) a paru la même que celle du corps et sans différence entre les deux membres. Diverses altérations de nutrition ont eu lieu dans le membre inférieur gauche, aucune dans le droit.

Ainsi donc il y avait dans le membre droit une anesthésie complète de trois espèces de sensibilité (douleur, chatouillement et température) et une anesthésie considérable de la sensibilité tactile. Dans le membre gauche au contraire, il y avait de l'hypéresthésie (au moins de deux espèces de sensibilité, douleur et température). Ces faits sont assurément très-importants quand on les rapproche des particularités relatives au mouvement volontaire, montrant que c'est surtout le membre gauche qui était affecté à cet égard.

Aucune théorie excepté la nôtre ne peut expliquer les symptômes observés par M. Viguès. Ce cas pathologique est en harmonie parfaite avec la théorie que nous avons proposée et, ainsi que nous le montrerons plus tard, l'expérimentation sur des animaux chez lesquels nous avons essayé de produire la lésion que nous supposons avoir existé dans ce cas nous a fourni exactement les mêmes symptômes.

Nous allons maintenant rapporter un autre fait sans autopsie, mais très-instructif à plusieurs égards. Nous le devons à Boyer qui le relate avec sa naïveté habituelle.

OBS. V. *Plaie de la moitié latérale* DROITE *de la moelle épinière; paralysie du côté* DROIT ; *anesthésie à* GAUCHE.

Un tambour de la garde nationale de Paris était en rixe avec un de ses camarades ivre; celui-ci, ne pouvant l'atteindre, lui lança son sabre à une assez grande distance, et au moment où, voulant se retirer, il présentait le dos. La pointe de l'instrument atteignit la partie supérieure et postérieure du cou. Le blessé sentit aussitôt ses jambes ployer sous lui et tomba; il fut apporté le lendemain à l'hôpital de la Charité. La plaie, dont les bords étaient un peu contus, avait environ deux pouces; *elle était placée à la partie postérieure et latérale* DROITE *du cou*, immédiatement au-dessous

de l'occipital. Mon doigt ne put ni en mesurer la profondeur, ni pénétrer jusqu'à la colonne vertébrale. *Le membre supérieur* DROIT *avait perdu ses mouvements, mais il conservait toute sa sensibilité. Le membre inférieur* DROIT *semblait un peu affaibli, mais il était tout aussi sensible qu'à l'ordinaire.* Une gène légère se faisait sentir dans la respiration; le pouls était fréquent, fort et plein. On pratiqua une saignée du bras; on pansa la plaie avec de la charpie et un cataplasme émollient; le malade fut mis à la diète et à l'usage des boissons délayantes. Le quatrième jour, la faiblesse du membre inférieur avait tout à fait disparu; le malade pouvait imprimer à l'avant-bras quelques légers mouvements d'extension; mais il lui était impossible de le ramener ensuite spontanément dans la flexion. Le treizième jour, le malade avait recouvré ses forces et son appétit, il se levait, marchait, mais la paralysie de l'extrémité supérieure était la même. *En badinant avec un infirmier qui le pinçait, il s'aperçut que le côté* GAUCHE *du corps était insensible.* Il m'en avertit le lendemain, et j'observai les phénomènes suivants : le membre inférieur gauche et la partie gauche du tronc avaient leur volume, leurs mouvements, leur agilité ordinaires; *mais on pouvait pincer, piquer, couper même la peau de toutes ces parties sans que le malade ressentît et témoignât la moindre douleur;* des épingles furent enfoncées à la profondeur de trois à quatre lignes, et cet homme, qui avait la tête tournée de l'autre côté, ne s'en aperçut pas. Cependant, des attouchements étendus, comme l'application de la main posée à plat et promenée sur la peau, faisait éprouver une sorte de sensation, mais extrêmement obscure et légère. Cette insensibilité existait dans toute l'étendue du pied, de la jambe et de la cuisse gauche; elle était également complète sur le côté gauche de l'abdomen; mais elle cessait brusquement en avant en arrière de la ligne médiane, avec cette particularité remarquable que dans cette partie, si l'on pinçait le malade du côté gauche, il assurait en éprouver la sensation affaiblie au point correspondant du côté droit. Une semblable démarcation entre le côté droit et le côté gauche s'étendait à la peau de la verge et du scrotum.

L'insensibilité était même complète au côté gauche de la base de la poitrine; mais un peu plus haut une sensation obtuse commençait à être perçue, et devenait plus manifeste à mesure qu'on explorait en montant; de telle sorte que, au niveau de la quatrième côte, la peau avait une sensibilité égale à celle du reste du corps. Le membre gauche était dans un état parfaitement naturel. Vingt jours après son accident, cet homme sortit de l'hôpital, guéri de la plaie du cou, et n'éprouvant dans cette partie aucune douleur, aucune gêne; mais le bras, l'avant-bras, la main droite étaient presque complétement paralysés et la partie gauche du corps, moins le membre supérieur, était dans l'état d'insensibilité que nous venons de décrire. Quelques mois après, il vint nous voir : son état n'avait presque point changé. La situation de cette blessure et les symptômes dont elle a été accompagnée nous portent à croire que la moelle de l'épine a été intéressée; mais elle n'a dû l'être que superficiellement. (*Traité des maladies chirurgicales*, 1re édition, vol. VII, p. 9; 5e édit., vol. V, p. 401).

Cette observation a été l'objet d'une singulière explication :

on a dit que le cordon postérieur gauche et le cordon antérieur droit avaient été coupés. Nous passons sous silence beaucoup de difficultés contre cette supposition si contraire à tout ce qu'enseignent les expériences sur les animaux et les faits cliniques, et nous nous bornons à dire qu'une pointe de sabre, ayant pénétré par la partie postérieure et *latérale droite* du cou et ayant atteint la partie antérieure *droite* de la moelle épinière, ne peut certes pas avoir coupé le cordon postérieur gauche. Sans faire de spéculations sur cette observation, nous dirons qu'il est évident que la lésion de la moelle était à *droite* et nous voyons que la sensibilité à la douleur était perdue dans une grande partie de la moitié *gauche* du corps. La sensibilité au toucher et au chatouillement était au moins très-affaiblie, car des attouchements étendus comme l'application de la main posée à plat et promenée sur la peau ne faisait éprouver au malade qu'une « sorte de sensation extrêmement obscure et légère. Dans le membre anesthésié le sens musculaire était parfait. Nous rapporterons plus loin des expériences que nous avons faites pour nous expliquer comment une lésion de la moelle à sa partie supérieure a pu ne produire de la paralysie que dans le membre supérieur droit et de l'anesthésie que dans le membre inférieur gauche, et nous ferons voir que la lésion essentielle consiste alors dans une section incomplète du cordon latéral et de la substance grise du côté droit, et aussi, mais à un bien moindre degré, du cordon antérieur.

L'observation suivante est assurément de la plus haute valeur pour l'objet de ce mémoire. J'ai montré le malade à une réunion de l'Association médicale britannique, en août dernier et je l'ai aussi montré plusieurs fois à mes leçons cliniques à mon hôpital.

OBS. VI. — *Plaie de la moelle cervicale. — Paralysie et hypéresthésie des membres* DROITS. — *Conservation des mouvements volontaires et anesthésie dans les membres* GAUCHES.

M. F..., âgé de trente-cinq ans, capitaine d'un navire marchand, fut blessé au cou, dans le port de San-Francisco, le 19 octobre 1856. Il perdit connaissance immédiatement, et eut une hémorrhagie considérable, qui aurait, à ce qu'il croit, causé sa mort si elle n'avait été arrêtée par quelqu'un qui pressa sur la plaie. Il resta sans connaissance depuis huit heures du soir jusqu'au lendemain matin. Il eut un peu de délire et de fièvre durant la nuit; mais, à partir du moment où il recouvra ses sens jusqu'à présent

(août 1862), il n'eut plus de fièvre ni de symptômes cérébraux. Lorsqu'il reprit connaissance, il se trouva complétement paralysé du côté droit et incomplétement du côté gauche. Sa vue, son ouïe et ses autres sens céphaliques étaient à l'état normal; sa parole n'était en rien affectée; il pouvait avaler sans la moindre difficulté et mouvoir aisément les muscles de l'œil et de la face. Sa respiration n'était pas troublée, mais son pouls était faible et lent. Il n'eut pas de vomissement. Il n'eut pas d'incontinence d'urine ni de difficulté à retenir les matières fécales; mais il lui fallait se hâter d'obéir au besoin d'uriner quand il se faisait sentir.

Sa condition resta à peu près la même pendant plusieurs jours; il était très-faible et même souvent presque en syncope, mais ayant toujours parfaitement sa connaissance, à l'exception de quelques minutes où il fut dans un état de complète syncope par suite d'une vive émotion en revoyant un ami.

Pendant deux ou trois mois, il lui fut complétement impossible de se tourner dans son lit. Après quatre mois, il commença à pouvoir se soutenir debout pour quelques instants sur son membre inférieur gauche.

La plaie ne lui causa guère de douleur et fut bientôt cicatrisée. Les mouvements de la tête et du cou devinrent parfaitement libres aussitôt après la cicatrisation de la plaie. Des symptômes d'inflammation légère de la moitié droite de la moelle épinière, tels que des soubresauts, des mouvements fibrillaires et du tremblement, et des sensations de piqûre ou des douleurs se montrèrent peu après l'accident et durent encore. Graduellement, mais très-lentement, l'état du blessé s'améliora, et quand je le vis pour la première fois, il y a dix-huit mois, il était dans la condition suivante :

Sa santé générale est assez bonne. Il n'y a pas de symptômes fournis par les divers organes de la tête et de la face, à l'exception de ceux dont je parlerai tout à l'heure. La cicatrice de la plaie du cou est d'un peu plus de deux centimètres et demi de long; elle est à la partie supérieure du cou à gauche, à environ deux centimètres de la face postérieure du cou, et sa direction est presque parallèle à l'axe du corps.

Le malade peut marcher à l'aide d'une canne, bien que les membres du côté droit soient encore notablement contracturés et paralysés. Du côté gauche, il a recouvré complétement l'usage de ses membres.

A l'égard de la sensibilité, un examen attentif donne les résultats suivants:

1° *La* SENSIBILITÉ TACTILE EST AUGMENTÉE *dans le membre inférieur paralysé du mouvement* (*le* DROIT), *et* ELLE EST CONSIDÉRABLEMENT DIMINUÉE *dans le membre abdominal* GAUCHE. — Dans une grande partie des deux membres supérieurs, il y a un degré notable d'anesthésie tactile.

Voici ce que j'ai constaté par l'examen de la sensibilité tactile à l'aide de l'esthésiomètre [compas (1)] :

	Distance-limite.
Face supérieure du gros orteil, à droite.......	2 millim. 3/4 à 3 millim.
Id. à gauche......	Toujours une pointe, même à la distance de 2 cent. 1/2.
Dos du pied, à droite.........................	De 2 centim. 1/3 à 2 1/2.

(1) Voyez *Journal de physiologie*, 1858, vol. I, p. 344.

	Distance-limite.
Dos du pied, à gauche	**Toujours une pointe, même à la distance de 7 centim.**
Plante du pied, à droite	**4 centim.**
Id. à gauche	**Toujours une pointe, même à la distance de 12 centim.**
Jambe (face antérieure), à droite	**12 à 13 millim.**
Id. à gauche	**Toujours une pointe, même à la distance de 13 centim.**
Face externe de la jambe, à droite	**14 à 16 millim.**
Id. à gauche	**Toujours une pointe, même à la distance de 12 centim.**
Dos de la main, à droite	**2 centim.**
Id. à gauche	**7 centim.**
Paume de la main, à droite	**6 à 7 millim.**
Id. à gauche	**10 à 12 millim.**
Face antérieure de l'avant-bras, à droite	**2 centim. 1/3.**
Id. à gauche	**2 centim. 1/2.**
Face postérieure de l'avant-bras, à droite	**1 centim. 1/2.**
Id. à gauche	**1 centim. 1/2.**
Peau du bras, à droite	**Toujours une pointe, même à la distance de 12 centim.**
Id. à gauche	

Dans tous les endroits où il ne sent jamais qu'une seule pointe, ainsi que sur le dos de la main gauche, il faut presser très-fort pour qu'il sente. — La faculté de reconnaître la forme des corps à l'aide du toucher est perdue dans le membre inférieur gauche ; elle semble être parfaite dans le membre inférieur droit. Cette faculté est diminuée dans les deux mains et particulièrement dans l'index et le pouce de la main droite et dans les autres doigts de la main gauche. Dans les doigts des deux mains, il ne reconnaît pas la sensation des deux pointes de l'esthésiomètre, même quand elles sont à une distance de 4 centimètres.

2° La faculté de reconnaître l'endroit où une impression tactile est produite est perdue dans toute l'étendue du membre abdominal non paralysé (le *gauche*). Elle est parfaite dans le membre abdominal paralysé (le *droit*). Elle est presque entièrement perdue dans une très-grande partie du membre supérieur *gauche* et diminuée dans le membre supérieur *droit*.

3° La sensibilité au *chatouillement* est considérablement augmentée dans le membre inférieur paralysé (le *droit*) et complétement perdue dans le membre inférieur *gauche*. A peu près le même degré de différence existe entre le membre supérieur droit et le gauche, à l'égard du chatouillement.

4° Le sens de la température (chaleur et froid) est considérablement augmenté dans le membre inférieur paralysé (le *droit*) et perdu dans le *gauche*. Entre les deux membres supérieurs, il y a une semblable différence quant à ce sens. Il s'est souvent brûlé quelque partie des membres du côté gauche sans le sentir.

5° Il y a une hypéresthésie considérable quant aux sensations de douleur dans le membre inférieur paralysé (le *droit*) et aussi dans le supérieur, où

elle est cependant à un moindre degré. Il y a, au contraire, de l'anesthésie à la douleur dans les deux membres du côté *gauche*, à un tel degré qu'il s'est une fois accidentellement enfoncé des clous dans les doigts sans sensation, et il ne s'en est douté que par la résistance qu'il a éprouvée en voulant retirer sa main.

6° La faculté de diriger les mouvements, qui dépend de la sensation spéciale que nous donnent les muscles qui se contractent, n'a jamais été altérée dans les membres gauches, et elle y est incontestablement parfaite maintenant. Le sens musculaire existe donc dans ces membres atteints d'anesthésie à la douleur, au toucher, au chatouillement et à la température. Dans les membres paralysés (ceux de droite), le sens musculaire a été complétement perdu pendant quelque temps, mais a reparu partiellement avec le retour d'une partie des mouvements volontaires.

A l'égard de l'état de la nutrition et de la chaleur animale dans les membres de ce malade, nous signalerons les particularités suivantes :

1° Il y a évidemment plus de sang (les vaisseaux sont dilatés) dans les membres droits (paralysés) que dans les autres.

2° Il y a une température plus élevée, de 1 à 2° cent., dans les membres paralysés (droits) que dans les autres.

3° La perspiration cutanée est plus abondante dans les membres droits (surtout dans le supérieur) que dans les membres gauches.

4° Les membres droits sont atrophiés et contracturés.

5° Les ongles du pied gauche sont extrêmement épais et présentent un grand nombre de fentes longitudinales; de plus, ils n'adhèrent pas à la peau. Il en est ainsi, mais à un moindre degré, à la main gauche.

A l'égard des effets de la lésion de quelques filets du nerf grand sympathique dans leur passage dans la moelle cervicale, je signalerai les suivants :

1° Les paupières de l'œil droit sont bien moins ouvertes que celles de l'œil gauche.

2° La sécrétion lacrymale est plus abondante à droite qu'à gauche.

3° La face est légèrement contractée du côté droit, de telle sorte que l'angle de la bouche de ce côté est plus près de l'oreille et de l'œil que l'angle de l'autre côté.

4° Il a assez souvent de la migraine dans la moitié droite de la tête.

5° La vision est moins bonne à droite qu'à gauche.

La santé générale est assez bonne; mais de temps en temps le malade est atteint de convulsions épileptiformes sans perte de connaissance. Il a eu la première attaque de ces convulsions quelques semaines après la blessure. Les mâchoires se rapprochèrent spasmodiquement et il fut pris d'une raideur tétanique dans les quatre membres et le tronc, raideur qui dura quelques secondes. Après la raideur il y eut des secousses épileptiformes pendant près d'une demi-minute dans les membres du côté droit. Les attaques ont eu lieu trois ou quatre fois par semaine pendant plusieurs années; il n'y en a maintenant que cinq ou six par mois. Elles sont d'une intensité bien moindre qu'elles n'étaient il y a quelques années et ne consistent quelquefois qu'en une crampe suivie de quelques secousses dans le membre inférieur droit. Dans les attaques violentes les membres gauches

deviennent rigides pendant que les membres droits et surtout le bras ont des convulsions cloniques.

Le pouvoir sexuel est notablement diminué.

Cette observation, que j'ai recueillie avec autant de soin que possible, et dont je ne donne que les principaux détails, est importante à beaucoup d'égards. La plaie, dans ce cas, est longitudinale, ce qui implique que la lésion de la moelle a été aussi, au moins en partie, longitudinale. J'ai examiné l'instrument à l'aide duquel elle a été faite, et j'en donnerai une figure dans le prochain numéro. C'est un couteau-poignard qui était très-tranchant. L'homme qui s'en est servi était très-grand (sa taille était de plus de six pieds anglais); le blessé est au contraire très-petit. M. F... était sur le pont du navire et tournait le dos à l'assassin au moment où celui-ci l'a blessé. L'assassin a frappé de haut en bas, probablement avec l'intention de plonger le couteau dans la poitrine. L'instrument, ayant lésé la partie antérieure droite de la moelle épinière, comme le montre la paralysie des membres droits, a dû passer *de haut en bas, de gauche à droite et d'arrière en avant.* Quelques-uns des symptômes cadrent assez bien avec la théorie que la transmission des impressions sensitives se fait d'une manière directe par les cordons postérieurs ; par le cordon droit, pour la moitié droite du corps, et par le cordon gauche, pour la moitié gauche du corps. Ainsi, par exemple, la perte de la sensibilité dans le membre inférieur gauche, pourrait être attribuée à une lésion du cordon postérieur gauche. L'instrument venant du côté gauche du cou a, en effet, pu passer à travers le cordon postérieur gauche avant d'atteindre la partie antérieure droite de la moelle. Mais l'explication qui serait excellente, quant à l'anesthésie à gauche et la paralysie du mouvement à droite, est en opposition avec l'existence de l'anesthésie tactile dans le bras droit. De plus, l'état des vaisseaux sanguins dans le membre inférieur droit, l'hypéresthésie de ce membre et les symptômes de paralysie du nerf grand sympathique droit à la face et à l'œil, ne laissent pas de doute que c'est la moitié droite de la moelle qui a été lésée dans sa partie postérieure comme dans sa partie antérieure.

Admettant que le poignard a traversé la moelle obliquement de haut en bas, d'arrière en avant et un peu de gauche à droite,

coupant dans cette direction une grande partie, sinon la totalité de la moitié latérale droite de la moelle à la partie supérieure du renflement cervico-brachial, on peut aisément se rendre compte de tous les symptômes observés. *Paralysie du mouvement des deux membres droits; anesthésie des deux membres gauches, et diminution de la sensibilité tactile du membre supérieur droit; phénomènes de paralysie du grand sympathique à la face et dans les membres du côté droit; hypéresthésie du membre inférieur droit; enfin les phénomènes d'épilepsie spinale :* tout peut être dû à la lésion dont je viens de parler. J'ai fait des expériences nombreuses pour essayer de reproduire sur des chiens et des cochons d'Inde les symptômes observés chez M. F.... Ce n'est que dans les cas où la lésion a été semblable à celle que je suppose avoir existé chez ce blessé, que j'ai observé des symptômes semblables. L'anesthésie tactile dans les deux membres supérieurs est due à la lésion des fibres conductrices des impressions tactiles, celles de droite sur leur trajet dans la moitié droite de la moelle, avant leur entrée dans la moitié gauche de cet organe, et celles de gauche après leur entrecroisement avec les précédentes. Nous montrerons plus tard que les fibres servant aux sensations tactiles ne s'entrecroisent pas immédiatement, c'est-à-dire au lieu même de leur entrée dans la moelle, tandis que les fibres servant aux sensations de douleur et de température paraissent s'entrecroiser immédiatement, de telle sorte qu'une lésion à la partie supérieure de la moitié droite du renflement cervico-brachial peut atteindre les fibres nerveuses du toucher, et non celles servant à la douleur et à la température.

En ne considérant que l'état des membres inférieurs chez M. F..., nous trouvons une *hypéresthésie du sens tactile, du sens du chatouillement, du sens de la douleur et du sens de la température*, dans le membre inférieur paralysé (le droit) et une anesthésie considérable des mêmes sens dans le membre inférieur non paralysé. Il était peut-être légitime de s'attendre à trouver de l'hypéresthésie de trois de ces sens (toucher, chatouillement, température) là où la sensibilité à la douleur est considérablement augmentée; mais les expériences sur les animaux m'avaient toujours laissé dans le doute à cet égard. J'ai donc été très-heureux de rencontrer un cas à propos duquel il ne peut y avoir aucun doute, le malade étant un homme très-

intelligent et très-capable de juger avec soin de ses sensations. J'ai eu l'occasion de faire les mêmes observations sur d'autres malades et en particulier chez une jeune fille qui venait de recevoir un coup de couteau ayant coupé une moitié latérale de la moelle; l'hypéresthésie des quatre espèces de sens était vraiment considérable dans ce cas dont je donnerai bientôt l'histoire. Il est donc hors de doute qu'une section de certaines parties de la moelle épinière est suivie d'une hypéresthésie, non-seulement du sens de la douleur, mais de trois autres sens des membres (toucher, chatouillement, température).

Nous ne dirons rien de plus pour le moment à l'égard de l'observation précédente, nous réservant d'y revenir plus tard en comparant les résultats des expériences sur les animaux avec les symptômes observés chez les malades dont nous publions l'histoire.

(*La suite au prochain numéro.*)

DE LA MOELLE DES OS

ET DE

SON RÔLE DANS L'OSSIFICATION NORMALE

ET PATHOLOGIQUE

PAR LE DOCTEUR

L. OLLIER

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

(PLANCHE II)

Le Mémoire que nous publions n'est pas celui que nous avons communiqué à la Société de biologie en décembre dernier. Nous n'avions pas alors obtenu les résultats nets et précis que nous possédons aujourd'hui, et notre opinion était un peu

différente de celle que nous allons émettre. Malgré tous nos efforts pour faire ossifier la moelle isolée du tissu osseux périphérique, nous n'avions pas réussi, et nous avions été conduit à expliquer les ossifications intra-médullaires par une théorie vraie sans doute en elle-même, mais incomplète. Depuis lors, nous avons comblé cette lacune de nos expériences, et, par cela même, nous avons modifié notre opinion.

Rien n'est aussi confus que les opinions émises sur le rôle de la moelle dans la physiologie et la pathologie du système osseux. Les théories les plus contradictoires, les opinions les plus diverses ont été tour à tour acceptées ou rejetées, et les expérimentateurs n'ont pas toujours apporté la lumière dans ce chaos ; ils ont même souvent, par des expériences mal conduites et surtout mal interprétées, obscurci le problème au lieu de l'éclaircir. La chose n'était pas facile, en effet, en présence surtout de ces observations d'où une interprétation un peu forcée peut tirer des arguments pour toutes les théories. Aussi ne doit-on pas s'étonner que, de guerre lasse, on ait à peu près tout accepté, et adopté une de ces théories qui, sous prétexte d'éclectisme, entretiennent cette confusion qui plaît tant aux esprits peu rigoureux. Je ne parle pas seulement des hypothèses surannées qui faisaient voir dans la moelle un organe destiné à lubréfier les extrémités osseuses, à rafraîchir et humecter les articulations, etc. (1). Je fais allusion aux théories modernes qui voient dans la moelle un moyen de formation ou de nutrition active pour le tissu osseux, et qui la considèrent comme un organe destiné à remplir à l'intérieur de l'os le rôle que le périoste joue à l'extérieur.

On a d'ailleurs proposé les explications les plus diverses sur l'origine, le rôle et la finalité du tissu de la moelle. Aussi celui qui cherche à en déterminer les usages dans les divers phénomènes de l'ossification, éprouve-t-il un véritable embarras de ces théories mêlées toutes de vérités et d'erreurs. En essayant

(1) Havers, *Osteologia nova*. Francfort, 1692. — *De usibus medullæ* (page 209). *Medulla nutritioni ossium non est destinata... Medulla temperamentum ossium conservat... Medulla lubricat extremitates ossium articulatorum et easdem præservat ab incalescentia; attritionem porro præcavet... Ligamentis etiam aliquem usum præstat eorum temperamentum conservando. Medullare oleum etiam cartilaginibus inservit.*

à notre tour d'interpréter ces faits, nous avons dû avoir recours à de nouvelles expérimentations et suivre des méthodes différentes de celles de nos devanciers. Nous avons cherché avant tout quelques expériences simples et précises pour éviter de tomber dans l'écueil que nous venons de signaler. Nous avons expérimenté sur la moelle placée dans diverses conditions, tantôt isolée, privée partiellement ou totalement de ses connexions avec le tissu osseux qui la renferme, et tantôt laissée dans ses rapports normaux. Nous avons voulu ainsi étudier sa vitalité propre, comme nous l'avions déjà fait pour le périoste et les autres parties constituantes du système osseux.

Duhamel s'était laissé égarer par une analogie forcée. Il avait voulu voir dans la moelle *un périoste interne*. Il l'avait comparée au périoste externe, à propos duquel il avait fait de si belles découvertes, et c'est de cette assimilation qu'est partie la confusion que nous venons de signaler.

Après Duhamel on a encore renchéri sur cette assimilation de la moelle et du périoste. Les expériences de Troja, dans lesquelles on voyait un os nouveau se former dans la cavité médullaire après la destruction du périoste et la nécrose des couches externes, ou même de la totalité de l'os ancien, avaient paru une consécration définitive de cette théorie, et M. Flourens a admis, dans ces derniers temps, la presque identité de la moelle (membrane médullaire) et du périoste, puisqu'il dit :

« La membrane médullaire est l'organe qui résorbe les couches internes de l'os (1).

« La membrane médullaire produit l'os comme le produit le périoste.

« De son côté, le périoste résorbe l'os, comme le résorbe la membrane médullaire.

« Et, dans certains cas, le périoste produit et donne la membrane médullaire elle-même.

« *Le périoste et la membrane médullaire sont donc un seul et même organe.* (Flourens, *Théorie expérimentale de la formation des os*. Paris, 1847, p. 52.)

(1) M. Flourens admet aussi la formation de l'os par la moelle à l'état normal. — A la page 89 de son livre, il signale le cercle intérieur qui se forme par la membrane médullaire.

La plupart des auteurs qui ont traité de la formation du cal ont fait jouer à la moelle un rôle actif dans cet acte physiologique. Haller, dans sa réfutation des idées de Duhamel, avait voulu dépouiller le périoste au profit de la moelle. Il pensait que c'était de ce dernier organe que découlait principalement le prétendu suc osseux.

Dans presque tous les auteurs de pathologie on lit que la moelle peut reproduire l'os après les nécroses de la diaphyse des os longs; mais, sur ce point, ils ne s'inquiètent guère de produire des exemples probants. Dans un travail sur la *Nécrose et la trépanation des os*, publié en 1836 par *le Journal des Progrès*, M. Jobert se prononce très-catégoriquement contre la réalité de ces reproductions attribuées au tissu médullaire.

Les expériences avec la garance ont généralement conduit les observateurs à admettre la formation d'une portion de l'os par la moelle. MM. Brullé et Hugueny (*Annales des sciences naturelles*, 1845) ont admis la permanence de cette formation intérieure tantôt en un point tantôt en un autre du canal médullaire.

En 1858, M. Broca lut à la Société anatomique un rapport sur les ossifications intra-médullaires. C'était à propos d'un fémur fracturé comminutivement, et qui présentait des productions osseuses de nouvelle formation dans le canal médullaire. M. Broca n'hésita pas à les rapporter à l'ossification de la moelle elle-même, et il s'éléva à ce sujet contre l'opinion exclusive de ceux qui attribuaient au périoste le monopole de l'ossification.

Parmi les auteurs qui se sont appuyés sur l'histologie, les uns ont vu dans la moelle le résultat des transformations des cellules cartilagineuses (Müller) ou des cellules osseuses (Virchow), d'autres (Robin) y ont vu une formation indépendante des ostéoplastes. Mais la plupart se sont montrés très-réservés sur le rôle de la moelle dans l'ossification normale. Il y a, du reste, assez de confusion sur ce point pour qu'il faille s'adresser à d'autres moyens de vérification. Les recherches histologiques auxquelles nous nous sommes livré ont laissé plus d'un doute dans notre esprit; c'est par l'expérimentation que nous avons voulu tourner la difficulté, cherchant toujours d'ailleurs à rendre nos résultats indépendants des variations que subira pendant quelque temps encore cette partie de l'histogénie.

On voit que toutes les opinions possibles ont été en quelque sorte émises; ce n'est donc pas une théorie complétement nouvelle qu'on peut avoir la prétention de formuler aujourd'hui. Il s'agit surtout d'appuyer sur des expériences nettes et probantes des propositions claires et précises. Il ne suffit pas de les émettre hardiment et sous forme d'aphorismes, il faut les démontrer.

Une des causes de la confusion que nous venons de signaler c'est le mélange des faits se rapportant à l'évolution normale de l'os et des faits se rattachant aux altérations pathologiques. Il faut d'abord étudier les premiers, et quand on invoque l'expérimentation, ne pas oublier de tenir compte d'un élément qui se retrouve plus ou moins dans toutes les expériences, c'est-à-dire l'irritation de l'os. Il est souvent difficile de démêler ces deux ordres de faits, d'autant plus difficile que la ligne qui doit les séparer ne peut pas être très-rigoureusement tracée; mais nous n'en devons pas moins établir dès à présent cette démarcation, car elle nous permettra d'expliquer beaucoup de faits en apparence contradictoires.

Dans le cours de ce Mémoire nous aurons à examiner spécialement quelques-unes des opinions que nous venons de rappeler, en discutant les arguments sur lesquels elles s'appuient. Mais nous devons d'abord nous attaquer à la question fondamentale, à celle de l'analogie (nous pourrions dire de l'identité) qu'on a voulu établir entre la moelle et le périoste.

Nous ferons les plus grandes restrictions sur cette analogie, et nous ne saurions trop nous élever contre l'expression de *périoste interne* qui la consacre. La moelle ressemble au périoste en ce qu'elle est une des parties constituantes de l'os, en ce que ses vaisseaux vont se distribuer par les canalicules de Havers dans les portions du tissu osseux qui sont en contact avec elle, mais l'analogie ne va pas plus loin à l'état normal.

Si le périoste sert directement à l'ossification, s'il fait de l'os par lui-même, si avec des lambeaux de cette membrane on peut produire de l'os en quelque sorte à volonté, comme le prouvent nos précédentes expériences, il n'en est pas de même de la moelle qui n'en produit pas par elle-même, qui ne se développe qu'à mesure que l'os se résorbe; qui remplace un

tissu osseux préexistant, et qui ne peut être que le résultat ou l'organe de cette absorption intérieure. A l'état pathologique seulement les conditions changent : la moelle peut s'ossifier, et alors son analogie avec le périoste devient plus acceptable.

On trouve souvent du tissu osseux accidentel dans la cavité médullaire; on y rencontre même des parcelles osseuses indépendantes, mais pour expliquer l'origine de ces formations osseuses il y a plusieurs mécanismes à invoquer; l'ossification propre de la moelle ne rend pas compte de tous les faits.

Nous ne nions pas la possibilité de cette ossification. Nous la démontrerons au contraire par une expérience bien plus probante que celles qu'on a invoquées dans ce but. Mais rappelons-nous aussi que tous les tissus appartenant à la substance conjonctive peuvent se transformer en os; on voit la choroïde s'ossifier, la plèvre se recouvrir de plaques osseuses; ces faits là doivent être interprétés comme des accidents. Pour la cavité médullaire, d'ailleurs, les éléments osseux en voie de disparaître peuvent s'arrêter dans cette évolution, résister ainsi à la résorption; mais nous reviendrons tout à l'heure sur cette explication.

Rappelons d'abord quelques données anatomiques sur la structure de la moelle.

On a longtemps admis que la moelle était entourée par une membrane spéciale, et cette opinion, en consacrant au point de vue anatomique une ressemblance de plus avec le périoste, n'a pas peu contribué à perpétuer l'erreur sur laquelle on basait leur analogie physiologique. Aucun fait ne permet d'admettre l'existence d'une membrane distincte autour de la moelle. Les dissections les plus minutieuses ne peuvent pas l'isoler. Le microscope ne fait apercevoir rien qui ressemble à une couche continue et régulière de fibres ou de cellules. Les préparations diverses qu'on peut lui faire subir à l'exemple de MM. Gosselin et Regnault ne donnent pas d'arguments positifs. Nous avons obtenu les mêmes résultats que ces deux observateurs. Nous avons expérimenté sur la moelle de divers animaux jeunes et vieux; chez plusieurs (lapin par exemple) on enlève très-facilement la moelle en cylindres très-nets, et à première vue on croirait à une membrane limitante; mais en employant les procédés de vérification que nous venons de rappeler, on voit qu'il

n'en est rien et que la membrane médullaire n'existe pas. La seule différence qu'on observe c'est la prédominance des cellules graisseuses au centre de la moelle et la netteté plus grande des cellules qui se trouvent à la périphérie.

Nous nions donc la membrane médullaire, mais existât-elle, des moyens d'analyse plus parfaits que les nôtres viendraient-ils nous démontrer la présence d'une membrane fine de tissu conjonctif, ou même une membrane amorphe sans cellules ou fibres spéciales, que nous n'en tirerions pas une induction en faveur de la théorie que nous combattons aujourd'hui.

La moelle est essentiellement composée de noyaux et de cellules à un ou plusieurs noyaux, mêlés à des vaisseaux et à quelques éléments du tissu cellulaire. Elle contient de la graisse en plus ou moins grande quantité. Tous ces éléments doivent être regardés comme des dérivés du tissu conjonctif. Elle varie d'aspect, de consistance et de structure, selon l'âge des sujets. Ses caractères anatomiques sont en rapport avec la période du développement de l'os. Rouge, formée de cellules jeunes, se multipliant activement chez les jeunes sujets, elle devient pâle, graisseuse chez l'adulte, pour devenir plus graisseuse encore à un âge plus avancé. Les cellules se remplissent de graisse, il se forme un véritable tissu adipeux, formé non-seulement de gouttes d'huile, mais de grandes cellules contenant de la graisse dans leur intérieur comme le tissu adipeux sous-cutané.

L'aspect de la moelle varie selon l'activité de la nutrition du tissu osseux et selon l'activité de la nutrition générale. Elle devient séreuse chez les sujets amaigris et infiltrés. Sur les os enflammés de l'adulte et du vieillard, elle reprend les caractères de l'enfance.

Son abondance est en raison inverse de l'épaisseur de la substance osseuse qui l'entoure, car elle tient la place du tissu osseux résorbé. Elle se développe après le tissu osseux et ne le précède jamais. On peut la considérer comme la période ultime du développement du tissu osseux. Tout tissu osseux en voie de formation commence par être plein; il se raréfie ensuite et la moelle se forme alors (1). Le fémur d'un fœtus humain de

(1) Ces deux périodes ne sont pas toujours évidentes. Certaines productions osseuses (exostoses, ostéophytes) sont de très-bonne heure raréfiées et celluleuses,

trois mois est plein; il ne contient pas encore de moelle apparente à la vue du moins. Un os formé par la transplantation du périoste n'en contient pas au début de sa formation; durant les premiers temps, la substance osseuse forme une masse homogène. Le canal médullaire des os longs, comme celui qui se forme dans certains os obtenus par la transplantation du périoste, est le résultat de la réunion de petites vacuoles pleines de moelle qui apparaissent d'abord çà et là dans la masse osseuse. Ces vacuoles s'agrandissent, se réunissent ensuite en laissant subsister pendant quelque temps des cloisons incomplètes, puis des trabécules qui s'effacent de jour en jour. Quand le canal central est formé, il s'allonge et s'agrandit par le même mécanisme, évident surtout à ses extrémités.

Partout enfin la moelle prend la place d'un tissu osseux préexistant; *elle n'est qu'un produit secondaire de l'évolution du tissu osseux.*

Ce coup d'œil jeté sur l'anatomie de la moelle n'est pas favorable à l'idée de la participation active de la moelle à la formation du tissu osseux. On doit en effet se demander où serait l'os produit par la moelle, puisque la moelle ne peut s'agrandir qu'en raison de la diminution de la substance osseuse. Si, à l'intérieur de l'os, autour du canal médullaire, on voyait du tissu osseux en voie de formation, on pourrait dire que dans son développement excentrique la moelle repousse ce qu'elle a formé; mais outre que cette explication serait tout à fait en désaccord avec ce que nous démontrerons plus tard au sujet de l'accroissement de l'os, nous devons répondre ici que cette formation n'existe pas normalement et que l'examen microscopique ne démontre pas d'éléments en voie de s'ossifier; que cette structure est différente de celle du périoste et des couches osseuses sous-périostales dans lesquelles on surprend l'ossification dans tous ses degrés.

dans d'autres cas, une portion spongieuse peut devenir compacte; mais ce sont là des faits pathologiques qui ne détruisent pas la règle générale et que nous expliquerons du reste plus tard. Du tissu cartilagineux peut se transformer directement en moelle, comme on le voit sur des cals irrités.

A. — PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Expériences prouvant que la moelle ne produit pas de tissu osseux dans l'évolution régulière de l'os.

Pour prouver expérimentalement que la moelle est le résultat de la résorption du tissu osseux ou du moins un phénomène connexe de cette résorption, et qu'elle ne produit pas de l'os à l'état normal, je rappellerai l'expérience de la lamelle d'argent introduite sous le périoste chez un jeune animal.

Cette lamelle est d'abord séparée de la moelle par toute l'épaisseur de la substance osseuse de la diaphyse, mais de jour en jour cette couche osseuse intermédiaire se résorbe de dedans en dehors, c'est-à-dire de la moelle à la lamelle. La moelle finit, au bout d'un certain temps, par être en contact avec la lamelle; elle a augmenté de volume et son canal s'est élargi aux dépens de la substance osseuse résorbée. La lamelle n'a pas changé de place; c'est la moelle qui s'est approchée d'elle par la dissolution de la couche osseuse intermédiaire.

Si la moelle formait de l'os, elle devrait repousser la lamelle en dehors, et la couche de nouvelle formation, s'ajoutant à celles qui existent au moment de l'expérience, devrait augmenter la distance qui sépare la lamelle de la moelle; mais c'est tout le contraire qu'on observe. Donc, la moelle ne forme pas de l'os à l'état normal.

M. Flourens, qui a le premier bien fait cette expérience et qui l'avait interprétée dans le sens de la résorption, a cependant admis (1) que la moelle (membrane médullaire) formait des couches osseuses à l'intérieur de l'os. Ce sont ses expériences sur la garance qui l'ont conduit à soutenir ces deux propositions qui doivent nécessairement s'exclure (2).

Mais la moelle, me dira-t-on, peut s'ossifier dans certaines

(1) *Théorie exp. de la formation des os*, p. 89.

(2) C'est aussi d'après leurs expériences sur la garance, que MM. Brullé et Hugueny avaient conclu à la formation de couches osseuses par la membrane médullaire tantôt en un point, tantôt en un autre, mais toujours à des points correspondants aux couches qui seraient résorbées par le périoste. Nos expériences avec la garance ne nous ont pas satisfait sur ce point, et nous n'avons pas été assez heureux pour obtenir les couches alternantes. Nous discuterons la valeur de ce mode d'expérimentation dans un prochain travail sur l'accroissement des os.

conditions, et alors son analogie avec le périoste devient plus évidente.

C'est pour répondre à cette objection que nous avons expérimenté sur la moelle placée dans diverses conditions. Nous avons fait sur elle ce que nous avions déjà pratiqué sur le périoste; nous l'avons détachée, isolée et transplantée pour l'étudier dans son activité propre.

B. — DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Expériences dans lesquelles la moelle a été isolée du tissu osseux avec lequel elle est normalement en rapport; transplantation, isolement sur place, etc.

La transplantation qui nous avait fourni pour le périoste des arguments si nets et si probants ne nous a donné pour la moelle que des résultats négatifs. Nous avons pratiqué ces transplantations à distance, entre animaux de même espèce, cinquante fois au moins. Nous avons expérimenté sur le lapin, le pigeon, le poulet, le chat, le chien, et jamais dans aucune circonstance, quel que soit le temps que nous ayons attendu, nous n'avons vu la moelle s'ossifier.

La greffe s'opère cependant; la moelle continue de vivre pendant un certain temps. Le plus souvent elle disparaît par absorption. Chez les lapins, un morceau de moelle du tibia, long de deux ou trois centimètres, ne laisse plus de traces au bout de deux mois. Après deux, trois et quatre semaines, elle forme encore un tissu vasculaire de coloration rosée ou rose-jaunâtre, dans lequel le microscope fait reconnaître des cellules de la moelle intactes, mêlées à d'autres déjà altérées par la transformation graisseuse. On y trouve alors quelques cellules complétement remplies par la graisse.

Chez les pigeons, nous l'avons vue se transformer en véritable tissu adipeux. Dans ces cas, au bout de trois mois, nous l'avons trouvée changée en une petite masse de tissu graisseux ressemblant tout à fait, sauf une coloration plus foncée, au tissu adipeux sous-cutané. La moelle subit alors les modifications qu'elle éprouve normalement dans l'os, c'est-à-dire qu'après avoir été rouge et vasculaire, elle devient graisseuse. Jamais, dans aucun cas, nous le répétons, nous n'avons pu obtenir du

tissu osseux par la moelle transplantée. Quel que soit le temps que nous ayons attendu pour examiner le résultat de la transplantation, nous n'avons vu d'ostéoplaste ni de formation calcaire quelconque autour des médullocèles.

Nous avons donc là une première différence à noter entre la moelle et le périoste. Mais, comme le défaut d'ossification de la moelle transplantée ne prouve pas qu'elle ne puisse s'ossifier lorsqu'elle reste en place, nous avons dû avoir recours à d'autres expériences.

Les expériences de Troja ne pouvaient nous servir, car elles ne prouvent pas par elles-mêmes que la moelle s'ossifie; elles démontrent la formation de productions osseuses nouvelles dans l'intérieur du canal médullaire, mais elles ne permettent pas d'en préciser la véritable origine. Plus loin, nous traiterons cette partie de notre sujet avec quelques détails, et nous consacrerons quelques figures à démontrer le véritable mécanisme de ces formations osseuses. Pour juger si la moelle s'ossifie, il faut l'isoler tout en la laissant vivre dans des conditions aussi rapprochées que possible de l'état normal, il faut pouvoir séparer les ossifications dues à la surface interne de l'os de celles qui seraient le résultat de la transformation de la moelle.

Pour cela, nous avons d'abord enlevé, dans une étendue de trois centimètres, la moitié antérieure du cylindre diaphysaire du radius, et nous avons passé sous la moelle une mince feuille d'argent que nous avons repliée de manière à en former un tube enveloppant la moelle. L'expérience a été faite sur un lapin de six mois.

Au bout de 22 jours, la moelle avait augmenté de consistance, mais il n'y avait pas trace d'ossification (1).

Nous avons ensuite procédé d'une autre manière. Nous avons dépouillé complétement de son périoste, dans une étendue de 3 à 4 centimètres, le radius d'un jeune lapin. Ce premier temps de l'opération est très-minutieux, car rien n'est plus difficile que d'enlever la totalité du périoste d'un os autour duquel s'insèrent des muscles nombreux (2). Le périoste enlevé, nous

(1) Cette première expérience était insuffisante; nous aurions dû attendre plus longtemps.

(2) Nos premières expériences, faites dans ce but, nous avaient donné des résultats incertains à cause de la persistance de petites parcelles du périoste. La râclure de périoste transplantée fournit de l'os, à plus forte raison de petits lambeaux encore adhérents.

dire perpendiculairement, mais sans placer de canule, et il avait vu aussi le périoste *s'introduire* dans le trou.

Nous avons voulu arriver à des résultats plus rigoureux, et alors nous avons isolé la moelle dans une étendue de dix à vingt millimètres en enfonçant le tube, non pas par une perforation osseuse, mais par le canal médullaire lui-même après une amputation.

Mais ce qu'il y a de plus important dans cette question, ce sont les conclusions qu'on doit tirer de cette expérience ou plutôt de la série d'expériences que nous venons d'exposer. L'ossification de la moelle n'est pas comparable à celle du périoste. Celle-ci est constante, facile à obtenir dans quelque situation qu'on place le tissu qui doit la fournir. Celle-là, au contraire, présente les plus grandes difficultés, et ne s'obtient jamais par la transplantation. Il faut à la moelle un élément dont le périoste peut se passer, c'est-à-dire l'irritation.

Nous avons dit plus haut que les expériences de Troja ne pouvaient pas nous permettre de résoudre le problème que nous nous étions posé, car il était impossible de débrouiller la part de chacun des éléments mis en jeu pour ces ossifications accidentelles ; c'est ce que les faits suivants vont nous démontrer.

(La suite au prochain numéro.)

II.

MÉLANGES.

Analyse de quelques mémoires de physiologie publiés dans the American Journal of the Medical Sciences;

PAR LE Dr ROMAIN VIGOUREUX.

1. *Recherches expérimentales sur une nouvelle fonction excrétoire du foie, consistant dans la séparation de la cholestérine d'avec le sang et son expulsion de l'économie sous forme de stercorine (séroline de Boudet)*; par le Dr Austin Flint fils, professeur de physiologie et de microscopie à *Bellevue-Hospital medical College*, New-York; micrographe de *Bellevue-Hospital*. Les usages de la bile ou des différents principes qu'elle contient sont encore très-peu connus. Le Dr A. Flint pense, d'après quelques expériences, que la bile est indispensable à la digestion. Cette vue préalable une fois indiquée, l'auteur passe à l'étude physiologique de la cholestérine qui fait l'objet de ce mémoire. Sa méthode a été de chercher ce principe dans le sang à l'entrée et à la sortie des différents organes. Après avoir ainsi déterminé dans quels tissus il se forme et par quels organes il est éliminé, il étudie ses modifications dans le tube digestif et finalement les effets pathologiques de sa rétention dans le sang.

Voici d'abord quelques chiffres indiquant pour 1,000 parties la proportion de cholestérine dans les divers points de l'économie ou elle existe :

Sang veineux du bras chez trois adultes sains : 0,445, 0,658, 0,751. Ces chiffres sont beaucoup plus considérables que ceux donnés par les auteurs, ce qui tient à ce qu'on n'analysait que le sérum du sang tandis que M. A. Flint a examiné le sang tout entier. Bile, 0,618 ; méconium, 6,245 ; substance cérébrale, 7,729-11,456 ; cristallin (de bœuf), 0,907. Ces deux dernières indications sont nouvelles et ont été données pour la première fois par l'auteur.

En comparant (sur des chiens) le sang de la jugulaire interne et de la veine fémorale à celui de la carotide sous le rapport de la richesse en cholestérine, on trouve que la différence en faveur de la jugulaire a été une fois de 59,772 p. 100, une autre fois de 23,307 et en faveur de la veine fémorale de 6,308. Dans un cas l'excès de la cholestérine dans la jugulaire était peu marqué, ce que l'auteur attribue à l'éthérisation (employée cette fois seulement) de l'animal.

Le sang qui revient du cerveau contient donc beaucoup plus de cholestérine que celui qui s'y rend. Si, comme cela est probable, la cholestérine est formée dans les tissus nerveux, sa quantité devra diminuer dans les cas ou la nutrition de ces tissus est ralentie. C'est ce qu'on vérifie par l'examen

du sang des hémiplégiques. Dans trois cas, le sang du côté paralysé ne contenait pas de cholestérine, tandis que celui du côté sain présentait la quantité normale.

En second lieu, l'examen comparatif du sang des vaisseaux afférents et des vaisseaux efférents du foie montre que le premier perd en traversant cet organe, 23,309 pour l'artère hépatique et 4,460 pour la veine-porte. Ces derniers chiffres sont remarquables. On voit que le sang artériel perd en traversant le foie précisément autant de cholestérine qu'il en acquiert en traversant le cerveau. La cholestérine est donc séparée par le foie et se retrouve dans la bile. Mais que devient-elle? Contrairement à ce qu'on a dit jusqu'à présent la cholestérine n'existe pas dans les matières fécales. Marcet avait déjà signalé son absence. En revanche on y trouve une substance cristallisable offrant tous les caractères de la séroline. De même que la cholestérine, elle rougit par l'acide sulfurique, mais en diffère en ce qu'elle cristallise en aiguilles, après un temps plus long et est fusible à une plus basse température. Il est probable qu'elle n'est pas un principe normal du sang, mais qu'elle s'y forme par une voie encore inconnue pendant l'extraction de la cholestérine. M. A. Flint lui a donné le nom de *stercorine*.

Lorsque le travail digestif ne s'accomplit pas, au lieu de stercorine on trouve de la cholestérine dans les matières fécales ; c'est-à-dire que la cholestérine a passé sans subir de changement. Ainsi le méconium, les fèces des animaux en état d'hibernation contiennent de la cholestérine et pas de stercorine. Lorsque la bile n'est pas versée dans l'intestin, comme dans l'ictère, on ne trouve dans les matières fécales ni l'une ni l'autre de ces substances.

La quantité moyenne de stercorine rendue chaque jour par un adulte est 10,417 grains. La quantité de cholestérine contenue dans la bile rendue dans le même temps est 10,469 grains. Tout concourt donc à prouver que la stercorine n'est que le résultat d'une transformation de la cholestérine.

Enfin, au point de vue pathologique, la cholestérine se prête à des considérations de même nature que l'urée. De même que pour celle-ci, sa rétention dans le sang donne lieu aux phénomènes les plus graves; c'est cette rétention qui constitue toute la gravité de certaines affections du foie accompagnées ou non d'ictère. Ainsi dans un cas d'ictère simple le sang contenait 0,508 p. 1,000 ; tandis que dans un cas d'ictère dû à la cirrhose la proportion de cholestérine s'élevait à 1,850. Dans un cas de cirrhose peu avancée il y avait 0,246 et dans un cas grave 0,922.

Voici les conclusions par lesquelles M. A. Flint termine son mémoire :

1° La cholestérine existe dans la bile, le sang, la substance nerveuse, le cristallin et le méconium, mais n'existe pas à l'état normal dans les fèces. La quantité de cholestérine fournie par le sang (veineux) du bras est de cinq à huit fois plus considérable qu'on le croit généralement.

2° La cholestérine est formée, en grande partie sinon entièrement, dans la substance nerveuse où elle existe en grande abondance. Elle en est séparée par le sang et forme un des produits excrémentitiels les plus importants de l'économie. Sa formation est continue et son existence dans le sang et les tissus nerveux est constante.

3° La cholestérine est séparée du sang par le foie; elle constitue un élément

constant de la bile et est versée dans le tube digestif. L'histoire de cette substance dans le fluide circulatoire et dans la bile montre qu'elle est un produit destiné à être rejeté de l'économie, c'est-à-dire une excrétion. Elle préexiste dans le sang, ne sert à aucun usage; elle est séparée par le foie et non produite par lui, et si cette séparation est troublée, elle s'accumule dans le système et produit un empoisonnement du sang.

4° La bile remplit deux fonctions entièrement distinctes en raison de ce qu'elle contient deux sortes d'éléments tout à fait différents. Une de ces fonctions est en rapport avec la nutrition. C'est celle qui dépend de la présence du glyco-cholate et tauro-cholate de soude qui ne préexistent pas dans le sang, ont un rôle utile dans l'économie et ne sont point rejetés à l'extérieur. Ils sont fabriqués par le foie et particuliers à la bile, ne s'accumulent point dans le sang lorsque les fonctions du foie sont troublées et sont en un mot des produits de *sécrétion*. L'autre fonction qui a trait à l'épuration du sang et dépend de la présence de la cholestérine est une *excrétion*. L'écoulement de la bile est remittent. Quoiqu'il soit très-augmenté pendant l'acte digestif, il a lieu aussi dans les intervalles de la digestion, à l'effet de séparer du sang la cholestérine qui y est continuellement introduite.

5° Les fèces ordinaires, normales, ne contiennent pas de cholestérine, mais contiennent de la stercorine (d'abord appelée séroline, parce qu'on supposait qu'elle n'existait que dans le sérum du sang) produite par la transformation de la cholestérine de la bile pendant l'acte digestif.

6° Le changement de la cholestérine en stercorine n'a point lieu lorsque la digestion est arrêtée ou avant qu'elle ait commencé. Par conséquent, on ne trouve de stercorine ni dans le méconium ni dans les fèces des animaux hibernants pendant l'hibernation. Ces matières contiennent de la cholestérine en grande abondance; on en trouve aussi parfois dans les fèces des animaux soumis à une longue abstinence. La stercorine est la forme sous laquelle la cholestérine est rejetée du corps.

7° La différence entre les deux variétés d'ictère qui nous sont familières, l'une, caractérisée seulement par la coloration jaune de la peau et comparativement bénigne, tandis que l'autre, accompagnée de très-graves symptômes, est presque invariablement fatale, cette différence tient à la rétention de la bile dans un cas, et à sa suppression dans l'autre. Dans le premier cas, la bile est retenue dans ses canaux excréteurs, et sa matière colorante est absorbée; dans le second, la cholestérine est retenue dans le sang et agit comme poison.

8° Il existe un état du sang dépendant de l'accumulation de la cholestérine. Cet état ne se produit que lorsqu'il y a dans la structure du foie un changement qui l'empêche de remplir ses fonctions d'excrétion. Il est caractérisé par des symptômes graves qui se rapportent au cerveau et dépendent des effets toxiques de la cholestérine retenue dans cet organe. Il peut être ou n'être pas accompagné d'ictère.

9° La cholestérémie ne survient pas dans tous les cas de lésion organique du foie. Il faut, pour qu'elle se montre, qu'il y ait une grande portion de l'organe de détruite, pour que l'élimination de la cholestérine ne soit plus suffisante. Lorsque le foie n'est que modérément affecté, la portion

restée saine peut accomplir la fonction éliminatrice pour l'organe entier.

10° Dans les cas d'ictère simple, lorsque les fèces sont décolorées et que la bile n'est pas versée dans l'intestin, on ne trouve pas de stercorine dans les matières fécales. Mais dans les cas d'ictère avec cholestérémie, on peut trouver de la cholestérine, quoique toujours en minime proportion, ce qui montre qu'il y a une insuffisance dans la séparation de la cholestérine d'avec le sang, bien que son excrétion ne soit pas complétement suspendue, et à l'autopsie on ne trouve que peu de bile dans la vésicule.

Ce mémoire, aussi intéressant pour le physiologiste que pour le praticien, est remarquable, non moins par la clarté de l'exposition que par la netteté des résultats annoncés. Il serait utile de rechercher si les tissus nerveux blancs et les tissus ganglionnaires sont également riches en cholestérine. Nous reproduisons le procédé d'extraction de la cholestérine suivi par M. A. Flint, en faisant remarquer avec l'auteur qu'il n'exige pas une grande habitude des manipulations chimiques.

Extraction de la cholestérine. — Le sang, la bile ou la matière cérébrale sont pesés, évaporés à siccité et pulvérisés dans un mortier d'agate. La poudre est traitée par environ une fluidonce d'éther pour cent grains du poids primitif. On laisse en contact pendant 12 ou 24 heures, en agitant de temps en temps le mélange. On sépare l'éther par filtration en ajoutant un peu de nouvel éther sur le filtre, afin d'entraîner toute trace de graisse, et la solution est abandonnée à l'évaporation. Après l'évaporation de l'éther, le résidu est extrait avec l'alcool bouillant, environ une fluidrachme pour cent grains du poids original, filtré pendant qu'il est chaud et abandonné à l'évaporation sur un verre de montre. On a alors la cholestérine mélangée avec une certaine quantité de graisse saponifiable. On enlève celle-ci avec un alcali, une solution médiocrement forte de potasse caustique, qu'on laisse en contact une heure ou deux. La mixture est alors largement étendue d'eau distillée, jetée sur un filtre et lavée jusqu'à ce que la solution passe neutre; alors on sèche le filtre et on verse dessus de l'éther qui dissout la cholestérine. L'éther est évaporé, le résidu extrait par l'alcool bouillant comme plus haut, et l'alcool abandonné à l'évaporation sur un verre de montre. Le résidu est la cholestérine pure que l'on peut peser.

Par ce procédé on peut doser la cholestérine de quinze ou vingt grains de sang.

Pour la matière cérébrale et la bile, il est bon de filtrer la première solution éthérée à travers du noir animal pour la décolorer. (N° d'octobre 1862, p. 305 et suiv.)

2. — Le désir que nous exprimions quelques lignes plus haut n'a pas tardé à être réalisé. Au moment de mettre sous presse, nous trouvons dans le même journal un mémoire sur la cholestérine, par le Dr J. H. Salisbury, le laborieux investigateur dont nous mentionnons dans la présente Revue les expériences sur l'empoisonnement par les alcaloïdes végétaux, et les recherches originales sur l'action pathogénique de certains cryptogames. Son travail est intitulé : ***Découverte de la cholestérine et de la séroline comme produit normal de sécrétion des glandes salivaires, lacrymales,***

mammaires, sudoripares; de l'ovaire, du testicule, des reins; dans les maladies du foie, des membranes muqueuses congestionnées et enflammées, et dans le liquide de l'ascite et du spina-bifida.

Le Dr Salisbury a analysé les substances suivantes, en suivant le procédé indiqué par le Dr Flint. Cependant, le plus souvent, l'analyse n'a été que qualitative. (La séroline manquait dans tous les cas où elle n'est pas mentionnée.)

1° Liquide des vésicules de de Graaf chez une femme robuste de 26 ans. Cholestérine abondante.

2° Même liquide chez plusieurs truies d'environ six mois. Cholestérine.

3°, 4°, 5° Truie de deux ans très-grasse tuée pendant la gestation. Vésicules ovariennes, cholestérine. Liquide amniotique, cholestérine. Matière cérébrale (grise et blanche ensemble), 1,299 de cholestérine, p. 100.

6° Bile de la truie. Cholestérine, 0,702 p. 100.

7° Jaune d'œuf de poule. Cholestérine abondante.

8° Œufs d'un poisson (*black-boss*). Cholestérine abondante, cristaux très-larges et plus rectangulaires que ceux de l'œuf humain.

9° Dans l'ovisac du même animal étaient deux calculs à surface irisée. Cholestérine abondante.

10° Fluide séminal. Cholestérine et séroline, celle-ci plus abondante.

11° Salive. Cholestérine abondante.

12° Sécrétion nasale limpide dans un cas d'angine et de coryza chez un homme robuste. Cholestérine moins abondante que dans le sérum du sang. Il faut remarquer que le liquide excrété contenait beaucoup de globules blancs.

13° Matières expectorées dans un cas de bronchite chronique. Elles étaient semblables à de l'albumine, mais ne contenaient pas de pus, très-peu de cholestérine qui pouvait provenir de la salive mélangée.

14° Fluide séreux de l'ascite chez une femme de soixante treize ans. Abcès du foie ouvert à l'extérieur un an auparavant. Réaction légèrement acide. Quelques beaux cristaux de cholestérine.

15° Fluide du spina-bifida, légèrement alcalin. Cholestérine abondante. Au microscope, ce liquide fut trouvé contenir quantité de tubes nerveux.

16° Larmes. Beaux cristaux de cholestérine.

17° Lait de femme au huitième mois de l'allaitement. Cholestérine abondante.

18° Lait d'une autre femme au neuvième mois de l'allaitement; 500 grains de ce lait fraîchement extrait contenaient 0,64 grammes de cholestérine et de séroline, cette dernière représentant le quart de la totalité.

19° Lait de vache au cinquième mois après le vêlage. Cholestérine et séroline ensemble, 0,1084 p. 100. Le lait retient la cholestérine avec une grande ténacité. La séroline n'apparaît dans le lait de femme que pendant l'allaitement.

20° Sueur recueillie pendant le stade de sueur d'une fièvre intermittente. Réaction alcaline, cholestérine et séroline en quantité égale.

21° Urine prise au commencement du stade de sueur d'une fièvre intermittente; enfant de cinq ans. Cholestérine.

22°, 23°, 24° Urine dans diverses fièvres intermittentes. Cholestérine.

25° Urine pendant la convalescence d'une fièvre rémittente. Cholestérine et quelques cristaux de séroline.

26°, 27°, 28° Urine. Fièvre typhoïde au quatorzième jour. Quantité de vibrions vivants. Acide lithique abondant. Cholestérine. La même au vingt-sixième jour. Cholestérine. La même au cinquante-quatrième jour. Vibrions et Cholestérine.

29°, 30° Urine. Fièvre typhoïde au dix-septième jour. Cholestérine. La même au quatrième jour. Cholestérine.

31° Urine. Fièvre typhoïde légère au douzième jour. Peu de Cholestérine.

32° Urine. Fièvre typhoïde grave au douzième jour. Cholestérine abondante.

33° Urine. Diphthérie. Quelques cristaux de cholestérine.

34° Urine. Varicelle. Cholestérine.

35° Urine. Jaunisse au quinzième jour. Cholestérine et séroline abondantes.

36° Urine. Jaunisse. Cholestérine et séroline.

37° Urine. Jaunisse. Cholestérine seule.

38°, 39°, 40° Beurre. Graisse de porc et de bœuf. Cholestérine et séroline.

41° Urine. Diabète sucré. 192 onces rendues en un jour contenaient 103,68 grains de cholestérine.

42° Urine normale. Rien.

43° Id. id. Id.

44° Sueur normale. Cristaux de cholestérine.

45° Tumeur fibreuse de l'ovaire. Rien.

En résumé, la cholestérine séparée du sang se retrouve dans la bile, la salive, les larmes, le lait, la sueur, le sperme, l'ovule, la graisse, *à l'état normal.*

Dans *l'état pathologique,* elle est en outre sécrétée : par les reins (jaunisse, fièvre intermittente, fièvre typhoïde, diabète sucré, diphthérie) ; par les glandes sudoripares (fièvre intermittente) ; par les muqueuses (bronchite, coryza) en petite quantité ; par les séreuses (ascite, spina-bifida) ; pour ces dernières, nous avons noté les circonstances qui diminuent la netteté du résultat.

La *séroline à l'état normal* existe abondamment dans le sperme, dans le lait après l'accouchement et dans la graisse. *A l'état pathologique,* elle se trouve : dans la sueur (fièvre intermittente) et l'urine (fièvre rémittente, ictère).

Ces résultats viennent s'ajouter utilement à la théorie proposée par M. Flint ; ils ne la modifient pas en ce qu'elle a d'essentiel. La même probabilité existe à l'égard de la formation de la cholestérine dans les tissus nerveux et de sa nature excrémentielle. Seulement le foie n'est pas chargé seul de son élimination. Il partage son caractère à la fois sécréteur et excréteur avec les glandes lacrymales, mammaires, sudoripares, ovariennes, spermatiques dans l'état de santé, et le rein dans l'état de maladie.

Le Dr Flint avait constaté que dans le cas d'ictère bénin, les fèces ne

contenaient ni cholestérine ni stercorine (séroline). Que devenaient ces substances et comment leur non-élimination n'était-elle pas suivie des accidents qui résultent de leur rétention dans le sang (cholestérémie)? Les observations de M. Salisbury nous donnent l'explication de cette difficulté en nous montrant la cholestérine et la séroline en abondance dans l'urine de l'ictère bénin.

Il serait intéressant d'examiner dans les cas de cholestérémie les produits des nombreux organes d'élimination signalés par M. Salisbury. La quantité énorme de cholestérine et de séroline trouvée dans l'urine diabétique est aussi digne de remarque. Quant à l'origine de la séroline, ce fait qu'elle n'existe jamais indépendamment de la cholestérine et que, excepté dans le sperme, elle est toujours en plus petite proportion que celle-ci, milite en faveur de l'opinion de M. Flint.

M. Salisbury termine son mémoire par quelques inductions très-ingénieuses, mais d'un caractère trop exclusivement chimiâtrique pour ne pas être contestables. Il se demande par exemple si le besoin de suppléer à l'action du foie troublée par les émotions tristes, ne serait pas la cause déterminante du pleurer, parce que les larmes contiennent de la cholestérine; si l'action narcotique de la cholestérine ne serait pas la cause de cette tendance au sommeil que l'on observe chez les enfants à la mamelle (lait riche en cholestérine), dans les maladies du foie, etc.

M. Salisbury donne un procédé abrégé pour la recherche qualitative de la cholestérine et de la séroline : dans une bouteille de six onces, on place de deux à quatre onces du liquide à examiner, on ajoute une once d'éther, on bouche et on renverse nombre de fois la bouteille sens dessus dessous de manière à ce que l'éther traverse tout le liquide. Une agitation de deux à cinq minutes est ordinairement suffisante. Après cela, on décante l'éther, on le laisse évaporer jusqu'à dix gouttes qu'on place entre deux verres pour laisser cristalliser (N° d'Avril 1863, p. 281 et suiv.)

3. *Expériences et observations sur la circulation de la chélonure serpentine sous le rapport de la pression du sang dans les artères et dans les veines;* par le Dr Weir Mitchell. — On se servit de l'hémomètre de Magendie, modifié par Bernard. Des expériences faites sur huit sujets, l'auteur conclut que la pression dans la carotide est environ le tiers de ce qu'elle est chez les mammifères. La contraction du cœur élève la colonne mercurielle de 11 millimètres, ce qui est à peu près la hauteur donnée par un chien de moyenne taille lorsque les mouvements respiratoires ne troublent pas l'observation. L'impulsion transmise par la systole est différente de celle des mammifères. Au lieu de monter brusquement, le mercure met une seconde à s'élever dans le tube, et une seconde et un cinquième pour redescendre. L'élévation est régulière, mais la descente est saccadée. Après avoir parcouru rapidement les deux tiers de la descente, le mercure emploie autant de temps pour parcourir ce dernier tiers. Le nombre des pulsations est de 25 à 40 par minute.

L'expiration lente et complète qui forme le premier temps de la respiration chez les tortues n'exerce pas d'influence sur la pression artérielle. La longue inspiration qui suit augmente un peu cette pression. La courte

expiration qui termine le rhythme respiratoire modifie un peu la pression.

Les effets des mouvements musculaires sont très-marqués. Pendant les efforts violents, la force du cœur reste la même, mais la colonne mercurielle monte et atteint son maximum quand les mouvements coïncident avec la longue inspiration et la courte expiration qui terminent chaque série respiratoire. Elle atteignait alors 70 millimètres. Aussitôt que les mouvements cessent, la colonne tombe au dessous de sa moyenne et la regagne graduellement (N° de Juillet 1862, p. 201).

Expériences sur les empoisonnements par les alcaloïdes végétaux; par le Dr Salisbury. — Voici les traits généraux qui ressortent de nombreuses expériences. L'aconit détermine une contraction tonique persistante de tous les muscles du corps, de sorte que les réservoirs se vident; il paralyse les nerfs de sentiment et de mouvement. La vératrine détermine une plus longue persistance de la chaleur animale après la mort, le maintien de la coloration artérielle et de la fluidité du sang; elle cause des phénomènes voisins de l'hydrophobie. La jusquiame et la picrotoxine produisent des convulsions spasmodiques particulières (N° d'Octobre 1862, p. 413).

5. *Sur un monstre pseudencéphale* (genre II, Thlipsencéphale. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire), par le Dr Christopher Johnston. — L'enfant était à terme et robuste. Sa tête qui était dans l'extension forcée ne présentait ni os ni téguments au-dessus d'une ligne suivant les voûtes orbitaires, les rochers et les sinus latéraux; ils étaient remplacés par une tumeur trilobée et formée d'une substance vasculaire spongieuse contenant de nombreux kystes remplis d'un liquide ambré foncé. Les lames de l'axis et de l'atlas manquaient. La dure-mère très-épaisse avait l'aspect d'un filet contenant de la sérosité dans ses mailles. La pie-mère du bulbe épaissie, d'un rouge foncé, se continuait avec la tumeur et offrait comme elle l'apparence d'un tissu érectile. La moelle épinière et le bulbe étaient normaux, mais toute la portion du centre nerveux supérieure au bulbe manquait complétement. Seulement dans le lobe postérieur de la tumeur existait dans un kyste un petit amas de substance nerveuse du volume d'un pois. Audessus et en arrière du bulbe, existait une petite masse nerveuse, rouge, de 5/16 de pouce de diamètre.

Les nerfs optiques étaient représentés par deux cordons demi-fibreux qui du côté de la tumeur se rendaient aux trous optiques. Mais bien qu'il n'y eût pas trace de chiasma il faut noter qu'en avant des apophyses clinoïdes postérieures chaque cordon contenait quelques fibres nerveuses qui se continuaient jusqu'à l'orbite. L'existence des tubes nerveux fut constatée avec le microscope, ils étaient normaux.

La première, la troisième et la quatrième paire manquaient. La cinquième naissait de l'angle externe de l'extrémité du bulbe qui était très-rouge en ce point. Le ganglion de Gasser et le faisceau moteur sous-jacent existaient. Les trois divisions du nerf se rendaient à leurs trous de sortie. Les sept autres paires crâniennes ainsi que les cervicales étaient normales à cela près que l'origine apparente de l'hypoglosse avait lieu un peu

plus bas. Le corps pituitaire était représenté par une petite masse rouge.

L'enfant vécut soixante-deux heures. Au moment de la naissance il poussa de faibles cris et agita ses membres. Il suçait le doigt introduit dans sa bouche et avalait l'eau sucrée qu'on lui donnait avec une cuiller. La respiration et la circulation s'établirent activement, mais la peau resta livide. Il y avait 160 battements du cœur et 44 respirations par minute. Les mains serraient les objets qu'on leur faisait toucher. Les yeux à demi fermés offraient un léger strabisme divergent et les pupilles de même que les paupières restaient immobiles sous l'influence de la lumière. Les membres se contractaient lorsque des mouches se posaient sur la tête et l'enfant se dressait presque sur son séant lorsqu'on touchait la tumeur. Cependant, bien que le premier contact parût douloureux, la pression du doigt sur la tumeur ne produisait point d'effet. Il s'affaiblit et pâlit progressivement et mourut après de légères convulsions. Tous ses mouvements furent simplement réflexes, et bien qu'il n'eût pas de cervelet, il n'eut pas les désordres de mouvements qui suivent l'ablation de cet organe chez les animaux. (N° de Juillet 1862, p. 96.)

6. *Remarques sur les champignons. Compte rendu d'expériences montrant l'influence des moisissures de la paille de froment sur l'homme, avec quelques observations tendant à les faire considérer comme l'origine de la rougeole des camps et peut-être de la rougeole en général. Inoculation des moisissures de la paille du seigle et du blé, comme moyen prophylactique de la rougeole;* par le Dr Salisbury. — L'auteur attribue à l'inhalation des spores des moisissures de la paille de seigle et de blé la production d'un grand nombre de cas de rougeole. Cette cause était évidente dans un campement où la rougeole régna épidémiquement et chez plusieurs personnes employées aux travaux des champs. Cette observation suggère à l'auteur la pensée d'inoculer ces moisissures comme moyen préservatif. 28 inoculations furent faites dans une école où venait d'éclater la rougeole, et qui comptait 175 élèves. 58 furent pris pendant l'épidémie et pas un de ceux qui avaient été inoculés. Cependant quelque temps après la cessation de l'épidémie, trois de ces derniers furent pris de symptômes de rougeole, mais très-faible et évidemment modifiée par l'inoculation. Il ne paraît y avoir entre la rougeole ordinaire et celle déterminée par l'inhalation des spores, de différence que dans la durée de l'incubation qui n'est que d'un à trois jours pour la dernière.

Les symptômes de l'inoculation sont locaux et généraux; locaux : rougeur ou plutôt tache rubéolique d'où rayonnent le plus souvent des lignes rouges; généraux : lassitude, frisson, symptômes catarrhaux, céphalalgie temporale et frontale. Ils sont toujours légers et manquent le plus souvent. (Nos de Juillet 1862, p. 17 et suiv. et d'Octobre 1862, p. 387 et suiv.)

TABLE DES MATIÈRES DU N° XXI

(Janvier 1863)

I. Mémoires originaux.

Pages.

II. Mélanges.

JOURNAL

DE LA

PHYSIOLOGIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

I

MÉMOIRES ORIGINAUX

NOUVELLES OBSERVATIONS

EN RÉPONSE AUX

REMARQUES DE M. LE DOCTEUR BROWN-SÉQUARD

SUR LA PHYSIOLOGIE DU CERVELET ET DU NERF AUDITIF

PAR LE DOCTEUR

Ph. LUSSANA

Professeur de physiologie à l'Université de Parme.

En honorant de ses importantes remarques mes recherches sur les fonctions du cervelet (1), M. le docteur Brown-Séquard n'a été, sans doute, inspiré que par la bienveillante intention d'encourager mes efforts dans la solution d'un problème hérissé de tant de difficultés. C'est donc plein de reconnaissance que j'accepte la main encourageante qu'il vient de me tendre. Loin de m'en plaindre, je lui sais bon gré de ses objections

(1) Voyez le t. V de ce journal (1862), p. 484.

contre la doctrine que j'ai développée dans ma leçon sur la physiologie du cervelet. (*Journal de Physiol.*, juillet 1862.)

Soutenu par cet espoir, je reparais plein de confiance dans le champ de la discussion, en y apportant de nouvelles recherches, que je soumets à l'examen de mon respectable adversaire. Bien que par des voies diverses, elles tendent au même résultat que les siennes, à la découverte d'une vérité physiologique que nous cherchons avec une égale ardeur.

Je dois justifier avant tout mon silence sur les auteurs cités par M. Brown-Séquard, comme ayant soutenu la même opinion que la mienne ; à savoir, que le cervelet est l'*organe du sens musculaire*. C'est parce que ces auteurs n'ont fait connaître cette opinion que longtemps après moi, c'est-à-dire, après la publication de mes recherches, faites avec la collaboration du docteur Morganti, sur les fonctions du cervelet, considéré *comme l'organe véritable du sens musculaire* (1). C'est, en effet, en 1853 que Carpenter a publié sa doctrine (2) ; la publication de Dunn est de l'année 1858 (3).

La citation, de ma part, de ces deux auteurs, et celle des dates de leurs travaux respectifs, auraient-elles produit d'autre effet sur le public, que celui d'une jalouse revendication de priorité ? J'ai donc jugé plus digne de la science, de me taire à cet égard, que de l'entretenir d'une vaine question d'amour-propre.

L'examen critique de M. Brown-Séquard débute par l'établissement d'une distinction entre *les phénomènes dus à une cause d'irritation* et ceux qui caractérisent l'*absence d'action*. C'est une distinction on ne peut plus lumineuse et féconde. C'est prendre son point de départ de ce doute philosophique auquel les sciences physiques et morales sont redevables de leurs plus belles découvertes. Il est moins difficile, a écrit Bacon, de tirer la vérité des ténèbres de l'erreur, que du chaos de la confusion : *magis emergit veritas ex errore, quam ex confusione.*

C'est donc de tout cœur que j'accepte la belle distinction de M. Brown-Séquard, comme le fil le plus propre à nous faire sortir du labyrinthe des théories multiples des fonctions du cervelet.

C'est avec raison qu'il fait observer que les phénomènes de

(1) *Observ. phys. pathol. sur le syst. nerveux*, 1re partie. Milan, 1853.
(2) *Principles of Human Physiology*, 1853.
(3) *An Essay on Physiological Psychology*, 1858.

l'*irritation* sont *variés*, et que ceux de la seconde catégorie ont pour caractères propres, la *constance* et l'*identité*. Les phénomènes d'irritation du cervelet sont principalement : le vomissement, la céphalalgie, les convulsions, les affections de la pupille. Ils doivent être attribués à la lésion directe ou indirecte des parties qui l'avoisinent.

Sur 128 cas de maladies du cervelet cités par les auteurs, j'ai rencontré le vomissement 28 fois. Il se déclare fréquemment aussi chez les animaux soumis à des expériences sur le cervelet ou sur d'autres parties cérébrales, mais il est important de faire observer que, chez les animaux survivant à de telles mutilations, le vomissement se calme graduellement et finit par disparaître d'une manière complète.

La céphalalgie manque rarement dans les affections du cervelet. Elle est due soit à l'état d'*irritation* du bulbe, soit à celui du tronc de la cinquième paire ou des méninges qui les enveloppent, mais il n'en est pas de même chez les animaux soumis à des opérations expérimentales ; la lésion traumatique du cervelet, la désorganisation produite par l'instrument et par le feu, ne donnent lieu à aucun phénomène de douleur, à aucun cri, à aucune agitation musculaire.

C'est aussi exclusivement dans les maladies du cervelet, et jamais dans les expériences faites sur cet organe, que l'on voit paraître en scène les dilatations, le resserrement ou l'immobilité des pupilles, ainsi que les phénomènes convulsifs, parmi lesquels M. Brown-Séquard cite quelquefois la forme épileptique. Quant à l'hémiplégie dont s'accompagnent les diverses affections du cervelet, je conviens avec M. Brown-Séquard qu'elle doit être rapportée, dans la plupart des cas, à la compression exercée sur le pont de Varole par une tumeur, un caillot sanguin, etc., etc. Mais j'incline à croire, que, en des cas pareils, l'on a pris quelquefois pour une *paralysie du mouvement* ce qui n'était que le résultat d'un *état anesthésique* de la puissance motrice. Je m'en réfère à ce que je crois avoir démontré à ce sujet dans ma leçon sur le cervelet. Et de même, je pense que les convulsions concomitantes des affections du cervelet ne consistent, le plus souvent, qu'en des mouvements désordonnés, *tellement désordonnés*, comme l'enseigne Andral, qu'*ils ressemblent* à des mouvements convulsifs (1).

(1) *Clinique médicale*, t. V, p. 602.

Les phénomènes irritatifs que je viens d'indiquer se présentent, dans les affections du cervelet de l'homme, avec le caractère de l'*inconstance* et de la *variété*; mais, d'ordinaire, ils manquent chez les animaux soumis à une expérimentation bien dirigée. C'est donc à bon droit que M. Brown-Séquard les classe parmi les symptômes pathologiques, et non parmi ceux que provoque l'expérimentation : ce sont évidemment des symptômes *irritatifs*.

Mais il ne saurait en être ainsi des troubles de la locomotion, désignés par les auteurs sous les noms de mouvements désordonnés, faiblesse musculaire, paralysie, hémiplégie, strabisme. Ces phénomènes se présentent également chez l'homme malade et chez les animaux opérés, et je ne puis m'accorder avec M. le docteur Brown-Séquard, qui les considère comme des *phénomènes d'irritation*.

En effet, pourquoi les premiers manquent-ils toujours dans les expériences sur les animaux opérés, et pourquoi n'en est-il pas de même des autres, c'est-à-dire des troubles de la locomotion? L'état irritatif aurait-il une nature diverse dans l'organisme de notre espèce et dans celui des animaux?

A mon avis, les désordres du mouvement, ainsi que ceux de l'organe de la vue, sont les résultats de *cette absence d'action*, que M. le docteur Brown-Séquard a si bien distinguée de l'*état irritatif*.

Pour commencer par les phénomènes optiques, je vais remettre sous les yeux du lecteur un fait anatomique de la plus haute importance.

En disséquant avec soin l'encéphale des poissons, de manière à ce que les deux hémisphères se trouvent divisés sur la ligne médiane, il est facile d'observer que la lame optique va se perdant en arrière jusqu'à ce qu'elle se fonde avec la substance du cervelet. Le dessin de cette préparation, pour l'encéphale du squale, que l'on trouve dans l'*Essai* de Rolando, nous montre la continuation de la lame optique avec les lames du cervelet. On remarque la même disposition chez plusieurs mammifères, où la continuation s'effectue au moyen de cette *membrane nerveuse blanche*, si bien décrite par Foville, et qui s'étend depuis la couche corticale du cervelet, jusqu'aux tubercules quadrijumeaux, ainsi que l'on peut s'en convaincre pour le cerveau de l'homme, en jetant un coup d'œil sur les planches

de cet auteur, sur celles de Longet pour le cerveau du renard, sur les planches de Leuret pour les cerveaux du renard et du chat. J'ai vérifié moi-même ces dispositions anatomiques par un grand nombre de dissections faites sur les poissons, ainsi que sur les cerveaux de l'homme, du chien, du chat, du cochon et du cheval. Les résultats des nombreuses vivisections que j'ai faites sur le cerveau des poissons ont été l'objet de mon cours libre de physiologie du système nerveux professé en présence d'un grand nombre d'auditeurs. Toutes les fois que j'incisais ou que j'enlevais le cervelet de ces animaux, aussitôt les bulbes oculaires étaient saisis de contractions violentes très-manifestes, ce qui me porte à croire que, probablement, sous l'influence des lésions de la substance du cervelet, des hallucinations visuelles s'emparent de ces animaux, comme si les objets tournaient autour d'eux. C'est le même phénomène que le vertige produit par l'alcool, dont l'action frappe précisément le cervelet, ainsi que l'ont démontré les expériences de Flourens (1), vérifiées par moi-même (2).

Les mêmes phénomènes de contractions spasmodiques des globes oculaires ne manquent jamais de se manifester chez les oiseaux, lorsque l'on pratique des expériences sur leur cervelet. Je déclare, en outre, avoir constamment vérifié chez les animaux opérés, immédiatement après l'expérience, des symptômes d'amblyopie, plus ou moins prononcés, et, peu de temps après l'expérience, un état manifeste de *trouble* et d'*affaiblissement* de la faculté visuelle chez les animaux privés du cervelet, comme l'ont, d'ailleurs, démontré les expériences spéciales de mon ami, M. Renzi. (*Réflexions et expériences sur le cervelet.*)

Mais c'est surtout chez les mammifères supérieurs, et chez l'homme, que se révèlent, d'une manière incontestable, cette intimité et cette fusion, pour ainsi dire, de l'organe central de la vision avec le cervelet. Et c'est précisément chez l'homme que l'amblyopie, le strabisme, la mydriase apparaissent dès le début des affections du cervelet. Or, dans la plupart de ces cas, rien ne justifie l'existence d'une irritation ou d'une compression des parties contiguës, telles, par exemple que les *processus*

(1) *Gaz. médicale.* Action déterminée par certaines substances sur certaines parties du cerveau. (Mém. lu à l'Académie.)

(2) *De l'action de l'atropine et de la belladone.* Milan, 1856.

ad testes, les tubercules quadrijumeaux : car, je le répéterai avec Vulpian, « *l'amaurose s'est montrée chez des individus* « *dont le cervelet avait ses dimensions normales* (*ceux où elle a* « *accompagné un ramollissement, ou un ancien foyer hémor-* « *rhagique, par exemple*) ; *et la vue est restée intacte chez des* « *sujets qui, à l'autopsie, offraient d'énormes tumeurs au cer-* « *velet* (1). »

Mais le fait anatomique qui donne la sanction la plus indiscutable à l'intime connexion physiologique du cervelet avec l'organe central de la vision, se présente chez les reptiles. Effectivement, chez les batraciens, les sauriens, les ophidiens, le cervelet se trouve comme incorporé et identifié avec les couches optiques, ainsi que l'ont prouvé les belles recherches organo-génésiques de notre zoologiste Rusconi (2).

Cette admirable confraternité, si l'on peut s'exprimer ainsi, du cervelet et des centres nerveux de la vue, que l'on remarque dans les quatre classes de vertébrés, semblerait indiquer, que le cervelet, pour remplir ses fonctions d'*organe du sens musculaire*, a besoin de s'associer l'organe de la vue, afin de coopérer ensemble à la direction générale des mouvements volontaires. Je dois ajouter, enfin, que, d'après les recherches anatomiques de Foville (3), deux autres nerfs auraient aussi des rapports d'origine avec le cervelet : ce seraient une des branches du trijumeau, et la branche vestibulaire du nerf acoustique. C'est pourquoi cet anatomiste les désigne par le nom de *nerfs du cervelet*. Personne n'ignore combien la direction des vibrations sonores (perçues par les expansions des canaux semi-circulaires par l'intermédiaire de la branche vestibulaire du cervelet) contribue à celle des mouvements musculaires, et que le trijumeau, par ses nombreuses ramifications dans les muscles de la tête, règle et dirige les mouvements de celle-ci. En même temps, chose digne de remarque, l'autre branche du nerf acoustique, qui, par ses ramifications dans l'appareil du limaçon, a la destination spéciale de sentir l'*intensité et le ton* des vibrations sonores, et qui, pour cette raison, ne peut jouir d'aucune influence sur la direction des mouvements volon-

(1) *Bullet. de la Soc. anat.*, 1855, p. 22.
(2) *Développement de la grenouille commune.* Milan, 1826.
(3) *Traité complet de l'anatomie du système nerveux.* Paris, 1844.

taires, cette branche, dis-je, ne prend pas sa naissance dans le cervelet, mais dans *le bulbe cérébral*, de la même manière que les nerfs du goût, qui ne participent nullement à la direction des mouvements... Nous voici, maintenant, dans le cœur de la question.

M. le Dr Brown-Séquard me fait observer que, si la faculté de diriger les mouvements volontaires persiste même après la lésion ou la destruction d'une grande partie du cervelet, ce fait suffit à lui seul pour annuler l'opinión qu'il est l'organe directeur des mouvements musculaires. *Un seul de ces faits bien constaté*, dit-il, *serait parfaitement suffisant pour démontrer l'inanité de la théorie de Dunn et de M. Lussana* (page 489). *Or, la science*, continue-t-il, *possède un nombre considérable de faits bien observés, démontrant que l'une des masses latérales du cervelet peut être détruite sans que la direction des mouvements volontaires soit altérée* (page 489).

J'accepte cette déclaration de M. Brown-Séquard. Que l'on me montre *un seul fait bien observé* de lésion, ou de destruction d'une partie considérable du cervelet, *coexistant* avec la conservation *normale* de la faculté directrice des mouvements volontaires, et je me donne immédiatement pour vaincu. Mais je prétends qu'il s'agit *de cas bien observés*, car, comme le dit avec tant de profondeur M. le Dr Bouillaud, lorsqu'une doctrine est bien établie, les cas contraires et d'*ancienne date* peuvent être considérés comme *mal observés*; je n'oublie pas non plus le mot de Morgagni, que souvent on ne trouve pas, parce que l'on ne se proposait pas de trouver. J'avoue, pour mon compte, avoir soigné une jeune malade, décédée à la suite d'accès convulsifs renouvelés, à forme syncopale. L'autopsie me fit découvrir l'existence d'une tumeur enkystée dans le lobe droit du cervelet, sans avoir pu remarquer, pendant le cours de la maladie, aucune altération dans le système locomoteur. Mais les symptômes caractéristiques de cette altération n'avaient pas manqué de se manifester par des mouvements désordonnés du bras gauche, et par l'incapacité de la malade aux travaux de l'aiguille et à ceux propres à son sexe, ainsi que je pus m'en assurer par des renseignements qui n'ont malheureusement été recueillis qu'après son décès (1). C'est que les phénomènes

(1) *Annal. univers. di medicina* (mars 1856).

caractéristiques de l'altération des mouvements volontaires échappent bien souvent à l'attention du médecin, dépourvu de renseignements, comme ils échappèrent à la mienne dans le cas que je viens de mentionner. On conçoit que, au milieu de l'orage, pour ainsi dire, d'un accès convulsif syncopal et en présence du danger qui menace les jours d'un malade atteint de compression ou d'irritation du bulbe cérébral, l'homme de l'art puisse avoir bien de la difficulté d'apprécier à leur juste valeur des symptômes pour ainsi dire muets et négatifs.

Souvent aussi les symptômes véritables de l'altération des mouvements volontaires ont été confondus avec les paroxysmes convulsifs ou avec la paralysie. Cette grande erreur de diagnostic a été principalement signalée par Wagner (1), Ollivier et Leven (2); j'en ai assez parlé dans ma leçon pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y insister davantage.

Je le déclare de nouveau. Montrez-moi un fait *bien observé, bien constaté*, de lésion considérable du cervelet ne s'accompagnant d'aucune lésion des mouvements volontaires dans l'une des parties de l'organisme soumises à l'innervation de la portion lésée du cervelet, et je conviendrai que ce dernier n'est pas l'organe central directeur des mouvements volontaires.

M. Brown-Séquard cite les faits rapportés par Turner et Schrœder van der Kolk, et un cas qui lui est propre. Les deux premiers ne me sont pas bien connus dans tous leurs détails; mais voici l'histoire du troisième. Un individu fut blessé par un instrument tranchant à la région correspondante au lobe gauche du cervelet : la blessure avait la profondeur d'un demi-pouce; il put néanmoins marcher et monter un escalier.

Mais M. Brown-Séquard sait aussi bien que personne que, ni *une simple incision du cervelet, ni la destruction elle-même d'une petite partie de sa substance* ne suffisent à produire des désordres bien remarquables dans l'appareil de la locomotion. Il se produit ici le même phénomène auquel donne lieu une incision longitudinale, même de quelque importance, pratiquée sur les deux hémisphères du cerveau. Les fonctions de l'intelligence restent à l'état normal; et pourtant, qui oserait soutenir qu'elles ne sont pas dévolues à l'organe cérébral? Je trouve

(1) Voyez ses *Recherches critiques et expérimentales sur les fonctions du cerveau* traduites dans le t. IV de ce journal.

(2) *Recherches sur la physiol. et la pathol. du cervelet*. Paris, 1862.

même fort naturel, dans le cas cité par M. Brown-Séquard, que le cervelet, lequel, grâce à sa connexion et à sa fusion avec les tissus environnants, forme *le seul* des organes nerveux qui soit *unique*, et non *multiple*, n'ait donné lieu à la manifestation d'aucun trouble de la locomotion. *La lésion étant si limitée*, l'ensemble des parties restées intactes a dû suppléer celle qui fut atteinte par l'instrument tranchant.

Et, d'ailleurs, les phénomènes se manifestant à la suite d'une *incision* de la substance du cervelet, sans destruction d'une partie de cette substance, ne peuvent être, d'après les propres principes de l'auteur, que des phénomènes d'*irritation*, et non pas ceux de l'*absence d'action*, c'est-à-dire de la destruction de l'organe.

Pourquoi donc ces phénomènes ont-ils manqué chez l'individu dont le cervelet fut seulement *divisé* par l'instrument tranchant?

Le célèbre expérimentateur ne peut pas avoir oublié que ces phénomènes ne se présentent jamais lorsque l'on se borne à pratiquer des incisions superficielles sur le cervelet, ce qui, selon ses propres expressions, correspond *à l'état d'irritation*, et qu'ils se manifestent aussitôt qu'on enlève une partie considérable du cervelet, ce qui constitue pour M. Brown-Séquard l'*absence d'action*.

Si donc le fait cité par M. Brown-Séquard est doué de quelque valeur pour l'appréciation physiologique des fonctions du cervelet, il ne peut servir, ce me semble, qu'à la réfutation de sa propre doctrine.

En attendant, je puis affirmer que, sur les 128 cas d'affections du cervelet recueillis dans les annales de la science, je n'en ai pas rencontré *un seul* dont les symptômes ne fussent précisément ceux qui caractérisent la lésion *du sens musculaire*, entretenue, non pas par un *état d'irritation*, mais par l'*absence d'action!* Pour justifier la rigoureuse exactitude de cette déduction, il me suffirait de reproduire les cas d'*atrophie* ou d'*induration* du cervelet, deux états pathologiques où il serait impossible de reconnaître autre chose qu'un *défaut d'action*. Dans l'histoire, citée par Duguet, d'une malade atteinte d'atrophie du cervelet, nous lisons que « les bras ont des mouvements « mal coordonnés, et les jambes fléchissent et s'embarrassent

« l'une dans l'autre quand elle marche (1). » La malade de Combette, atteinte d'atrophie des deux lobes du cervelet, ne cesse de se laisser tomber à terre (2). La malade citée par Fournet, chez laquelle manque la moitié du cervelet, « craignait toujours de tomber quand elle marchait; son pas « n'était jamais bien sûr (3). »

Mais cette dernière malade (me fait observer M. Brown-Séquard) était capable de soutenir et de porter de lourds fardeaux (page 490) sans aucun doute. Et moi-même, en parlant dans ma leçon de ce fait si intéressant, j'en fis l'objet d'une remarque toute spéciale, car je voulais établir l'importante *distinction de la possibilité du mouvement* (qui subsistait encore tout entière) d'avec la sensation qui doit le régler. Or, cette femme pouvait s'assurer *par les yeux* des fardeaux soutenus et portés, de même que la malade citée par Dunn, frappée d'hémiplégie du côté droit en raison de l'existence de masses tuberculeuses dans le lobe gauche du cervelet, et laquelle, néanmoins, « pouvait « remuer son bras dans tous les sens, en saisir les objets d'une « manière assez ferme avec sa main droite, lorsque ses yeux et « son attention étaient dirigés sur l'objet qu'elle voulait saisir. « Mais, lorsque son attention était tournée d'un autre côté, et « que la volonté n'intervenait plus, elle laissait tomber ce « qu'elle tenait à la main, sans avoir conscience de ce fait. »

Et c'était poussé par l'évidence de symptômes de cette nature, que Dunn se croyait autorisé à loger *le sens musculaire* dans les corps dentelés du cervelet. Ce cortége symptomatique des maladies accidentelles du cervelet est constamment uniforme et identique avec les phénomènes qui viennent en scène à la suite des lésions expérimentales pratiquées sur cet organe, depuis les désordres de la locomotion, qui se manifestent au début des expériences, jusqu'à l'état ultérieur des animaux qui ont pu survivre, et qui offrent alors les caractères propres de l'absence d'action *du sens musculaire*. Je serais même tenté de croire que les symptômes de l'altération du sens musculaire, loin de se dissiper, comme l'ont écrit Brown-Séquard, Schiff, Wagner, Dalton, se simplifient, deviennent plus nets et

(1) *Gazette des hôpitaux*, nº 1 (1863).
(2) *Revue méd.*, t. II, p. 57.
(3) Andral. *Clinique*, t. V (5ᵉ édition).

plus précis avec la durée et les progrès de l'affection. C'est seulement la *forme* visible des effets qui est changée, mais nullement leur *nature* essentielle, ni celle de la cause psycho-nerveuse à laquelle ils se rattachent. Il est bien vrai que l'on ne voit plus paraître ces désordres bizarres, admis par tous les physiologistes comme étant le résultat immédiat des expériences, et qui fournissent l'occasion à M. Flourens de déclarer le cervelet l'organe coordonnateur des mouvements volontaires. Mais, en même temps aussi, se montre et devient de plus en plus significative toute la série des phénomènes psycho-nerveux attestant à la fois la suppression des fonctions du cervelet et l'abolition du *sens musculaire;* j'en appelle au témoignage de mes propres adversaires.

Voici les paroles de Wagner :

« Les phénomènes de vertiges, de mouvements tumultueux « et désordonnés disparaissent complétement, ou du moins en « grande partie, au bout d'une demi-heure ou d'une heure, si « on laisse reposer l'animal, posé d'aplomb sur un soutien ap- « proprié et dans une attitude commode (*Journal de physio-* « *logie*, tome IV, p. 259). » Pendant quelques semaines les extrémités inférieures passent progressivement à l'état d'extension... « Elles sont ordinairement maintenues directement, et « fixement étendues en arrière. Les animaux, incapables de « marcher et de se tenir sur leurs pattes, restent couchés sur « le ventre ou sur l'un des côtés. Quelques mouvements pas- « sagers de flexion sont suivis immédiatement d'une secousse « convulsive, qui ramène les extrémités dans l'extension, et « cette attitude s'exagère chaque fois que l'on touche l'animal, « et notamment lorsqu'on lui pince les pattes. En même temps, « on voit apparaître et s'aggraver progressivement un mouve- « ment de torsion de la tête et du cou, qui se fait sur l'un des « côtés, et de haut en bas. A ces phénomènes se joint un trem- « blement particulier, chronique, persistant, occupant la plus « grande partie des muscles dans les ailes, le cou, le tronc, et « les extrémités postérieures. Ce tremblement, très-analogue « à la *paralysis agitans*, paraît être exagéré par le moindre « contact. Il devient extrêmement prononcé lorsqu'on saisit « l'animal à pleine main, et surtout pendant qu'on l'alimente, « et il diminue lorsqu'on le laisse tranquillement étendu dans « sa cage. Les animaux qui se trouvent dans ces conditions

« exigent les plus grands ménagements, sous tous les rapports.
« La moindre excitation, une attitude dans laquelle ils sont
« mal soutenus, suffit pour les jeter dans une agitation extrême.
« pendant laquelle ils exécutent des mouvements violents avec
« les ailes et avec les pieds. Il convient, par conséquent, de les
« entourer d'une bande légère, ou au moins de les soutenir de
« toutes parts dans leur cage (p. 260-261). » Cette description est si vraie, si caractéristique, et tellement propre à confirmer la réalité de l'abolition *du sens musculaire*, que je pourrais me dispenser d'autres citations du même auteur. Mais voici un passage, qui est comme la sanction des paroles qui précèdent :

« Les hommes, les mammifères et les oiseaux atteints de
« lésions du cervelet, peuvent imprimer des mouvements à
« chaque extrémité isolée, mais ils ne sont pas complétement
« *maîtres de ces mouvements*, et spécialement de ceux du
« tronc et des extrémités abdominales. C'est ce que démon-
« trent à la fois les vivisections et des observations patho-
« logiques. Les malades impriment facilement des mouvements
« à leurs extrémités inférieures lorsqu'ils sont couchés ; mais
« quand ils essayent de marcher, ils titubent, tombent, etc. Ces
« phénomènes sont trop complexes et ont été trop peu ana-
« lysés en détail pour qu'il soit possible d'en donner dès au-
« jourd'hui une explication satisfaisante (p. 408). »

Mais quoi de plus simple et de plus incontestable, que de demander cette explication à l'*abolition du sens musculaire?*

Si tous ces témoignages qui me sont offerts par mes propres contradicteurs ne suffisent pas, en voici un que j'emprunte à M. le professeur Cl. Bernard.

Dans la quatorzième de ses leçons professées au Collége de France, sur la physiologie et la pathologie du système nerveux, on rencontre les paroles suivantes :

« Nous allons voir que la perte de la sensibilité amène, dans
« les manifestations motrices, des troubles sur lesquels les
« physiologistes n'ont pas fixé leur attention, et qui cependant
« offrent une grande importance. Nous avons vu que les mus-
« cles recevaient, outre les filets moteurs, des filets sensitifs.
« Par là, existe dans ces organes une sensibilité particulière. à
« laquelle on a donné le nom de *sens musculaire*, sensibilité
« qui, permettant d'apprécier jusqu'à un certain point l'énergie
« des actions musculaires, la portée d'un effort donné, serait

« nécessaire pour assurer aux mouvements d'ensemble la coor-« dination qui leur est indispensable. »

Et dans le cours de la même leçon, l'illustre physiologiste présente le cas de *paralysies apparentes* et de désordres de *la motilité* dans les muscles, à la suite de la réunion des nerfs sensitifs.—La valeur de ces faits peut être exprimée par ce raisonnement : les mouvements volontaires sont coordonnés par la sensibilité propre des muscles; or, c'est le cervelet qui est chargé de la coordination des mouvements volontaires; c'est donc lui qui est l'*organe nerveux du sens musculaire.* Moi aussi, j'ai eu le bonheur de conserver en vie, pendant des semaines et des mois, deux oiseaux auxquels j'avais enlevé le cervelet; c'était un dindon et un pigeon. Le premier fut l'objet de plusieurs démonstrations expérimentales dans l'année 1862; l'autre l'a été dans les leçons de cette année. Je ne m'étendrai pas à relater la description des phénomènes observés dans ces circonstances; je me borne à affirmer qu'ils ont été complétement analogues à ceux rapportés par Wagner. Et en vérité, les faits peuvent-ils différer, lorsque, comme le dit Bacon, on les inscrit sous la propre dictée de la nature? Qu'il me suffise donc de dire que les nombreux auditeurs qui examinèrent de près ces deux oiseaux purent s'assurer de la manière la plus incontestable qu'ils avaient perdu complétement le *sens musculaire*, et que, après plusieurs semaines et plusieurs mois, ils ne l'avaient nullement recouvré.

Je le répète donc de nouveau : que l'on me montre *un seul fait expérimental bien observé*, d'animaux ayant survécu à la destruction du cervelet, chez lesquels le *sens musculaire* ait pu reparaître, et je n'hésite pas à avouer que ma théorie est erronée.

Et que l'on veuille bien remarquer que je ne m'en suis pas seulement tenu, comme c'est l'habitude la plus générale, à des expériences sur les vertébrés à sang chaud, mais que j'en ai pratiqué aussi sur des animaux à sang froid, afin d'élever au plus haut degré de certitude ce grand principe général, à savoir : que, à tous les points de l'échelle zoologique, la suppression du cervelet est toujours et infailliblement suivie de l'abolition du *sens musculaire.* Voici les résultats obtenus par mes expériences sur les poissons ; elles ont fourni la matière à mes leçons publiques de cette année.

Le 29 janvier dernier, j'enlevai complétement le cervelet d'une tanche, jusqu'à la limite du bulbe, surtout du côté gauche. Aussitôt replongée dans l'eau, on vit cette tanche se livrer à des mouvements tumultueux, violents, désordonnés dans tous les sens, et de la manière la plus bizarre. Puis, elle se mit à tourner transversalement sur son axe longitudinal, de droite à gauche. Ces mouvements de rotation ayant diminué d'intensité, on voyait l'animal, tantôt tourner le ventre en l'air, tantôt l'incliner sur le côté droit ou le côté gauche, tantôt plonger en bas la tête ou la queue, avec des mouvements convulsifs et oscillatoires. Il suffisait de le secouer, de le toucher à peine, pour le voir reproduire tous les mouvements tumultueux dont j'ai parlé, *quatre ou cinq* fois par seconde. Il restait ensuite dans les attitudes les plus extravagantes : on ne put jamais le surprendre dans une posture normale. Cette tanche vécut cinq jours, offrant invariablement les mêmes phénomènes. — J'enlevai le cervelet à quatre autres tanches. Toutes roulèrent tantôt sur l'un des côtés, tantôt sur l'autre. Pendant un instant, elles exécutèrent quelques mouvements réguliers : mais elles finirent toujours par osciller et par tourner sur elles-mêmes de la manière la plus désordonnée. Même dans l'immobilité, elles ne présentaient jamais une attitude naturelle, les unes restant le ventre en l'air, les autres couchées sur le flanc, celle-ci ayant la tête en bas, celle-là plongeant verticalement la queue dans l'eau.

On s'assura, par l'inspection cadavérique, de la complète ablation du cervelet.

Ici je crois de la plus grande importance d'avertir que le mouvement de rotation présenté par les poissons mutilés dans le cervelet ne peut pas être l'effet d'une *paralysie latérale*, car ces mutilations ne les empêchent pas de remuer *toutes leurs nageoires et la queue* dans tous les sens. Mais, lorsque la mutilation porte sur les lobules *intra-ventriculaires* et *extra-ventriculaires* de l'un des côtés du mésocéphale, alors les poissons ne peuvent plus remuer les nageoires ni la queue du côté opposé à la lésion, et ils tombent sur ce côté. — Je ne puis m'étendre davantage sur les résultats des expériences pratiquées sur les divers organes encéphaliques des poissons; c'est un sujet étranger à la physiologie du cervelet; peut-être aurai-je plus tard l'avantage de les faire connaître au public. — Je n'ai

pas négligé d'expérimenter sur l'encéphale des reptiles. Personne n'ignore, depuis la publication des belles recherches organo-génésiques de Rusconi, que le cervelet des sauriens, des batraciens, des ophidiens, se trouve incorporé avec les couches optiques, et que cette bandelette transversale, regardée si mal à propos comme le cervelet des reptiles, n'est autre chose que la voûte du quatrième ventricule. Eh bien! j'ai constaté que la lésion de l'une des couches optiques chez les reptiles développe aussitôt ces mêmes mouvements de rotation que la lésion de l'un des côtés du cervelet produit chez les mamnifères, avec cette seule différence, que les résultats sont moins prononcés, et cela devait être ainsi; car les reptiles étant doués d'*un sens musculaire très-faible*, mais suffisant pour diriger leur marche rampante ou bondissante, le développement anatomique du centre nerveux de ce même sens devait s'harmoniser avec leurs besoins respectifs. Mais les mouvements rotatoires ne s'obtiennent pas si l'on opère sur la bandelette (le prétendu cervelet des reptiles), bien qu'elle se trouve intimement liée au bulbe; et cependant ces mouvements désordonnés devraient avoir lieu, s'il était vrai, comme M. Brown-Séquard le croit, qu'ils dépendent de l'union du cervelet avec les parties environnantes, et surtout avec le bulbe.

Mais, quelle que soit la forme anatomique du cervelet, quels que soient ses rapports, il n'en est pas moins positif que la lésion de cet organe produit constamment, dans les quatre classes de vertébrés, les désordres divers *du sens musculaire.*

Et je tiens pour *tels*, et comme étant l'expression d'un défaut d'action de ce même organe, les plongeons des poissons la tête en bas, la marche en arrière des animaux opérés; car, ainsi que je l'ai plusieurs fois expliqué, l'animal, encore en possession de son intelligence, sentant lui manquer la résistance du sol, recule comme l'homme qui verrait un abîme s'ouvrir devant ses pieds. Je dis ceci pour répondre à l'objection de M. Brown-Séquard, qui prétendrait que le recul se manifestant quelquefois dans les lésions du cervelet de l'homme et des animaux est la preuve de l'état d'intégrité *du sens musculaire.* Si l'espace et le temps me le permettaient, je voudrais reproduire, à ce sujet, les explications détaillées qui se trouvent dans ma *Monographie du vertige* (1) pour montrer comment

(1) Milan, 1858.

les désordres de la locomotion se rattachent à *la lésion* ou à l'*abolition du sens musculaire*. Qu'il me suffise de rappeler ici, encore une fois, que Magendie et aussi Rolando (1), n'ont vu dans les mouvements de rotation qu'un état d'altération des mouvements volontaires.

De l'ensemble de ce que je viens d'exposer je conclus :

1° Que l'altération du sens musculaire est le phénomène constant et pathognomonique des maladies du cervelet et des ablations expérimentales de cet organe ;

2° Que relativement aux autres symptômes, ils sont inconstants, et varient dans les affections du cervelet ; ils manquent d'ordinaire dans les expériences pratiquées sur les animaux.

Profondément convaincu que la voie la plus sûre pour atteindre aux vérités physiologiques consiste dans l'exclusion de toute complication, et dans la réduction des faits à leurs éléments les plus simples, non-seulement j'approuve et j'appuie de toutes mes forces l'heureuse et logique distinction établie par Brown-Séquard, entre les phénomènes d'*irritation* et ceux d'*absence d'action*, — mais j'entends même l'adopter comme la base fondamentale de la simplification des résultats obtenus par les expériences et de la désignation précise du rôle fonctionnel du cervelet.

C'est ainsi que je distingue les séries suivantes de phénomènes :

1° Phénomènes d'irritation de l'organe sans ablation d'aucune de ses parties.

2° Phénomènes avec ablation peu considérable.

3° Avec ablation d'une grande partie du cervelet.

4° Avec destruction complète de l'organe.

L'on peut obtenir les phénomènes de simple irritation en pratiquant des incisions sur les lamelles du cervelet sans les enlever. De cette manière nous imitons assez exactement l'éraflure opérée sur un nerf, sans qu'elle soit portée jusqu'à sa division. J'ai fait maintes et maintes fois cet essai, et je n'ai jamais vu en résulter aucun des phénomènes qui caractérisent l'altération des mouvements volontaires, ce qui concorde avec

(1) C'est par erreur que, à la page 134 de ma leçon (*Journal de Physiol.*, 1862), j'ai cité le nom de Flourens au lieu de celui de Rolando.

les expériences de Flourens, de Rolando, de Longet, et de bien d'autres physiologistes. Le fait cité par Brown-Séquard de cet individu blessé au cervelet par un instrument tranchant, et qui put, malgré cela, marcher et monter un escalier, en est la preuve la plus éclatante. Et qui ne voit pas que si les désordres locomoteurs étaient le résultat de l'état d'*irritation* du cervelet, et non pas celui de l'*absence d'action*, l'irritation devrait infailliblement les faire venir en scène.

Si l'on enlève une partie superficielle du cervelet, et surtout si l'on en désorganise une petite partie à l'aide de moyens mécaniques, nous imitons alors les effets de l'éraflure violente et profonde d'un nerf, mais n'allant pas jusqu'à sa division complète. Dans ce cas aussi, l'on devrait voir paraître les phénomènes irritatifs les plus manifestes; et si les désordres *locomoteurs* qui accompagnent ordinairement les expériences faites sur le cervelet dépendaient en réalité de son irritation, et non pas de son état d'inaction, aucune circonstance ne saurait être plus favorable que celle-ci à leur apparition. Mais c'est précisément le contraire que nous montrent et les expériences et les faits cliniques. Toutes les fois que, à l'aide de moyens destructeurs, quels qu'ils soient (les caustiques, l'instrument tranchant, le fer rouge), je me suis borné à la désorganisation d'une partie superficielle du cervelet, je n'ai jamais vu survenir le moindre désordre dans les mouvements volontaires. Les expériences de Rolando, de Flourens, de Wagner, ont toujours donné des résultats conformes aux miens. C'est ainsi que l'on doit expliquer le petit nombre de cas d'altérations *très-limitées* du cervelet, sans aucun phénomène remarquable de la locomotion. Et même, dans des cas pareils, je ne suis pas entièrement convaincu de l'absence totale de quelques-uns des symptômes propres de la lésion du sens musculaire. Il faut alors savoir chercher avec plus de patience avant d'en venir à une conclusion prématurée. Je rappellerai, à ce propos, les lumineuses distinctions de Duchenne, de Boulogne, dans son travail sur la *paralysie de la sensibilité musculaire*.

« Nier aujourd'hui que les muscles sont doués de sensibi-
« lité, c'est montrer qu'on veut résister au mouvement scien-
« tifique; c'est contester un fait établi aussi solidement par
« l'expérimentation sur le muscle à nu, que par l'observation
« pathologique (page 389).

« La paralysie de la sensibilité musculaire s'observe sous « trois formes différentes ; elle peut exister, ou avec conserva- « tion des mouvements volontaires, ou avec un affaiblissement « des mouvements volontaires, ou avec la perte complète des « mouvements volontaires (page 399).

« Dans la première forme, l'usage des membres supérieurs « sera également perdu *dans l'obscurité*, ou *sans l'aide de la* « *vue*, quand l'anesthésie musculaire y régnera ; le malade « laissera tomber les objets qu'il tiendra dans la main *s'il ne les* « *regarde pas* ; il ne distinguera pas un corps léger d'un corps « pesant ; il brisera entre ses doigts les objets fragiles s'il ne les « regarde pas, *parce qu'il ne pourra pas mesurer sa force*. La « vue vient heureusement suppléer, quoique incomplétement, « dans les cas précédents, l'absence du sentiment de l'activité « musculaire, en rectifiant les mouvements, *qui sont alors exé-* « *cutés avec précision ; la marche devient pénible ; les sujets* « *exécutent des ouvrages manuels qui exigent une certaine ha-* « *bileté* ; je les ai vus alors coudre ou broder assez facilement. « (*De l'électrisation localisée*. Paris, 1861, page 401). »

En des cas pareils, il est naturel que, si le médecin n'est pas assez circonspect, et s'il ne se préoccupe pas de la recherche spéciale *des symptômes, à peine perceptibles et si fugaces, du sens musculaire*, ceux-ci passeront inaperçus.

C'est ce qui est arrivé à moi-même, dans le cas que j'ai mentionné.

Lorsque l'ablation du cervelet ou son altération pathologique compromettent une partie considérable de cet organe, où lorsque la compression exercée par la présence d'une tumeur ou d'un caillot sanguin est considérable, alors se manifeste de la manière la moins doûteuse les mouvements désordonnés qui, chez l'homme, prennent, avec le temps, toutes les *apparences de la paralysie*. Et il faut remarquer que, dans ces cas, comme le faisait observer Rolando, l'*impuissance des mouvements réguliers* prédomine dans telle ou telle série de muscles, selon la lésion des régions centrales diverses, d'où rayonne l'innervation correspondante du sens musculaire. De là vient que les hommes et les animaux peuvent offrir le spectacle multiple de reculer, courir en avant, tournoyer sur eux-mêmes, s'incliner sur le côté droit ou sur le côté gauche, tenir la tête renversée en avant, en arrière ou de côté.

Enfin, en enlevant ou en détruisant la masse totale du cervelet, on donne naissance à l'anesthésie générale du système musculaire, à l'impossibilité de la marche et de la station. L'on donne naissance à cet ensemble de phénomènes caractéristiques que nous avons vu présenter, quelques semaines après l'opération, par les pigeons de Wagner, et que j'ai vus moi-même se reproduire chez un pigeon et un dindon. A cette distance de l'époque de l'expérimentation, la cicatrisation devait être nécessairement complète. Le cervelet n'existant plus, il serait absurde d'invoquer son état d'irritation. Il ne reste donc que l'explication des phénomènes dont Wagner nous a retracé le tableau avec des couleurs si saisissantes, par le défaut d'action du cervelet.

Et je suis convaincu que, toutes les fois que le cervelet se trouvera complétement, ou *presque* complétement détruit, les phénomènes se reproduiront infailliblement, quelle que soit la main de l'expérimentateur, les mêmes causes produisant toujours les mêmes résultats.

Je dois le répéter : l'ensemble des phénomènes sus-mentionnés offrent la peinture la plus précise et la plus caractérisée d'un animal complétement privé *du sens musculaire*. Il me serait impossible d'y ajouter, pas même d'imaginer un trait de plus.

Telle est la phénoménologie propre de l'*action du cervelet*, c'est-à-dire, de l'*abolition du sens musculaire*.

Continuons la discussion.

M. Brown-Séquard fait l'observation suivante. « Nous nous « bornerons à faire remarquer que l'on considère les corps « restiformes comme les voies de transmission au cervelet des « impressions sensitives venues des muscles, et que, si cette « opinion était exacte, on devrait trouver le sens musculaire « perdu du côté d'une altération profonde d'un des corps res- « tiformes (page 490). »

La remarque est fort juste et j'en accepte toutes les conséquences. Appelons-en au témoignage des plus grandes célébrités physiologiques.

Magendie. — A la suite de l'incision de l'un des corps restiformes, un chien et un lapin furent en proie à des mouvements de rotation du côté de la lésion (*Leçons sur les fonct. du syst. nerv.*, t. I, p. 295).

ROLANDO. — Un chevreau, après l'excision du pédoncule inférieur gauche du cervelet, tombait en roulant sur le côté lésé. Un canard, opéré au pédoncule gauche postérieur du cervelet, roulait toujours du même côté (*Essai*, etc., p. 128-129).

BERNARD. — J'ai pratiqué la section de l'un des pédoncules postérieurs du cervelet sur plusieurs lapins : ce qui s'ensuit toujours, c'est le mouvement de rotation (*Leçons sur la phys. du syst. nerv.*, t. I., p. 459).

FLOURENS. — Si l'on coupe les fibres ou pédoncules postérieurs du cervelet, l'animal recule; il fait ou tend à faire une suite de culbutes en arrière (*Rech. expér.* Paris, 1842, p. 488). N'est-ce pas assez?... J'en appellerai à M. Brown-Séquard lui-même. « Je me suis assuré, dit-il, que des piqûres, même très-« légères, des pédoncules cérébelleux suffisent souvent pour « produire dans les mouvements volontaires des désordres aussi « considérables que ceux observés après l'ablation du cervelet « (*Journal de physiologie*, t. IV, p. 415). »

Pour ce qui concerne les lésions des corps restiformes, l'auteur invoque les faits pathologiques et il formule l'objection qui suit :

« Plusieurs faits pathologiques, écrit-il, montrent qu'il n'y « a, dans les cas d'altération des corps restiformes, aucun « désordre des mouvements volontaires dans les muscles du « côté lésé. Voyez un cas remarquable de cette espèce dans le « *Journal de la Physiologie*, 1858, t. I. page 537. »

J'ai lu et relu ce cas avec toute l'attention possible, et j'avoue n'avoir pas rencontré dans la narration nécroscopique *un seul mot* indiquant la lésion des corps restiformes. Au contraire, j'y ai rencontré les paroles suivantes, lesquelles excluent toute idée de lésion des fibres postérieures du cervelet : « Il y avait « une tumeur fibreuse. Elle s'étendait de l'endroit où naît la « cinquième paire.... Le ramollissement s'étendait jusqu'au « cordon postérieur, mais on trouva que son degré dimi-« nuait à mesure qu'on s'approchait de la surface postérieure « (page 537). »

Non, les expériences sur le cervelet et les manifestations de ses lésions ne sont pas suivies de phénomènes aussi variés que le pense M. Brown-Séquard : ces phénomènes sont toujours, et d'une manière uniforme, ceux de l'*affaiblissement* ou de l'*abolition* du sens musculaire. Les symptômes d'irritation des par-

ties environnantes ne se révèlent, d'ordinaire, que dans les maladies du corps humain, et nullement dans les lésions expérimentales. Et lorsqu'ils se produisent à la suite des expériences, c'est qu'alors l'animal est près de succomber à cause de la lésion de la moelle allongée. Or, quelles sont les parties environnant le cervelet dont l'irritation peut troubler les fonctions de cet organe? Ce sont les couches optiques, la protubérance et le bulbe.

J'ai déjà dit quels sont les symptômes relatifs à la participation des couches optiques.

Pour ce qui concerne celle de la protubérance, nous admettons les mouvements de rotation sur la moitié du corps; rotation qui exprime la suppression, dans l'un des côtés, d'équilibre du sens musculaire. Et nous les admettons comme étant une contre-épreuve certaine de la fonction propre de l'organe central, d'où naissent les pédoncules moyens du cervelet.

Dans les lésions de la protubérance, nous admettons aussi la possibilité d'une véritable hémiplégie, ou d'une paralysie des mouvements des extrémités opposées, lorsque les tumeurs du cervelet compriment les faisceaux cérébraux antérieurs. Mais il s'agit alors de phénomènes de pression et de contre-pression, et non point d'irritation : cette dernière donnerait lieu aux convulsions, et non pas à la paralysie.

Quant au bulbe, une distinction essentielle doit être établie entre les lésions des pédoncules postérieurs du cervelet et celles de la moelle allongée. Nous admettons les altérations caractéristiques des mouvements volontaires, tels qu'ils se présentent lorsque les corps restiformes se trouvent atteints. Eh quoi! les ramifications d'un organe pourraient-elles donner lieu à des phénomènes différents de ceux propres à l'organe central, où elles puisent leurs facultés fonctionnelles? — Oui, les lésions des corps restiformes troublent l'équilibre du sens musculaire, précisément parce qu'ils sont une émanation du cervelet. Mais nous savons aussi que, dans les affections du cervelet provoquées par l'irritation ou par la pression, s'étendant jusqu'à la protubérance, il peut se manifester beaucoup d'autres symptômes, tels que la respiration difficile et stertoreuse, les syncopes, l'irrégularité de la circulation, le vomissement, les convulsions.

Dans cette série de phénomènes, il serait impossible de mé-

connaître l'état pathologique du bulbe. — Que de diversité entre ces phénomènes et ceux obtenus par les lésions expérimentales du cervelet! Est-il un seul expérimentateur qui, en relatant les effets des lésions du cervelet, fasse une seule mention de phénomènes pareils? En est-il un seul qui ait jamais affirmé les avoir provoqués en irritant d'une manière quelconque la substance cérébelleuse? Et lorsque de tels phénomènes se révèlent, quel est l'expérimentateur qui ignore, ou qui ne s'aperçoive *aussitôt* qu'il vient de léser imprudemment le bulbe? Et ici, bien que ce soit presque superflu, je rappellerai la distinction des deux séries de phénomènes, que Leven et Ollivier virent se déclarer lorsqu'ils pratiquèrent leurs expériences, tantôt en les bornant exclusivement au cervelet, tantôt les étendant jusqu'au bulbe. (*Recherches sur la physiologie et la pathologie du cervelet*, par MM. Leven et A. Ollivier. *Archives générales de médecine*, 1862.)

Voici comment ils s'expriment :

« Nous avons fait deux séries d'expériences : la première, « dans laquelle nous n'avons lésé que le cervelet ; la deuxième, « dans laquelle le cervelet et le bulbe étaient lésés en même « temps. Si le cervelet seul est atteint, la motilité seule est « altérée. Les phénomènes principaux sont : affaiblissement « musculaire, mouvements de rotation, de manége, hémi- « plégie, strabisme, etc. Si la lésion porte sur le cervelet et la « moelle allongée, on constate les phénomènes ci-dessus, qui « dépendent de la lésion cérébelleuse, et ceux qui dépendent « de la moelle allongée. Les animaux, immédiatement après « la piqûre, tombent comme frappés de mort. La mort appa- « rente dure quelques secondes. Douze heures environ après « l'expérience, mouvements convulsifs, respiration anxieuse, « vomissements dès le début, 24 ou 36 heures après ; mort gé- « néralement au deuxième ou troisième jours après la piqûre. »

Lorsque l'expérimentateur voit se produire ces derniers phénomènes dans les animaux auxquels il a enlevé le cervelet, nécessairement il les *abandonne* et ne tient plus aucun compte des résultats de l'expérimentation, parce qu'il n'ignore pas qu'il s'agit alors de désordres fonctionnels complexes.

Écoutons en dernier lieu les opinions de M. Brown-Séquard sur la physiologie du cervelet.

Dans ses remarques sur la physiologie du cervelet, à pro-

pos du travail de Wagner (*loc. cit.*, p. 413 et suiv.), Brown-Séquard soutient :

1° Que le vomissement des animaux dont le cervelet a été lésé dépend de la lésion de sa propre substance.

Ici je ferai observer que, lorsque le vomissement se manifeste au début de l'expérience, il continue chez les animaux qui survivent à l'ablation du cervelet. Dans ce cas, il n'est pas possible de l'attribuer à un organe qui n'existe plus.

2° Que l'inflammation de la substance cérébelleuse peut donner lieu à des convulsions, parce que l'on a vu s'en présenter dans le cours de maladies, où il eût été impossible de les rapporter à un état irritatif du bulbe.

Mais les convulsions ne se montrent jamais pendant les lésions mécaniques, ni dans la désorganisation du cervelet. Lorsqu'elles se déclarent, c'est que le bulbe a été atteint. J'affirme avoir, des centaines de fois, enlevé le cervelet, couche par couche, et que les animaux sont toujours restés calmes et impassibles, ce qui a été également vérifié par MM. Flourens et Renzi.

Malheureusement, les convulsions et l'anxiété de la respiration se déclarent ordinairement le deuxième ou le troisième jour après l'ablation du cervelet, et alors la mort ne tarde pas à survenir. Mais ces deux phénomènes dépendent, sans aucun doute, de la propagation de l'inflammation au bulbe, et non pas de l'inflammation de la substance cérébelleuse, qui n'existe plus.

Quant au *vertige de la locomotion*, survenant après les lésions expérimentales des canaux semi-circulaires, je suspends ma décision jusqu'à la publication des recherches ultérieures annoncées par mon célèbre adversaire. Mais je puis, dès ce moment, exprimer mon opinion, que le *nerf vestibulaire* des canaux semi-circulaires, lequel *dérive du cervelet*, préside exclusivement à la fonction auditive, c'est-à-dire, à la *perception de la direction des sons*, et que, pour cette raison, il doit éminemment influer sur la direction des mouvements volontaires, surtout de ceux de la tête. Ce sont les lésions de ce nerf qui donnent lieu au phénomène bien connu et caractéristique *du vertige de l'audition*. Je ne crois pas que M. Brown-Séquard puisse m'appliquer le reproche qu'il adresse à tous ceux qui attribuent au nerf vestibulaire, *chez certains individus telle*

fonction, chez d'autres telle autre fonction (*loc. cit.*, p. 492). Ce reproche peut encore moins s'adresser à ces physiologistes, qui ont faussé les recherches si intéressantes de Flourens sur les canaux semi-circulaires.

Nous hâtons de tous nos vœux la publication des expériences et des observations que M. Brown-Séquard veut bien nous promettre pour démontrer : « Que l'augmentation ou la dimi-« nution des propriétés et des fonctions des organes génitaux, « dans les maladies du cervelet, dépendent de l'irritation de « ce centre nerveux ou des centres voisins, et non de la perte « ou de l'exagération d'une prétendue fonction du cervelet. « (p. 490). » En attendant, je me permets d'avouer, qu'il me semble peu rationnel de faire dépendre d'un état d'irritation l'*impuissance absolue* chez un jeune homme robuste, âgé de vingt-deux ans (1), et l'apathie sexuelle complète, présentée pendant toute sa vie, par une femme, chez laquelle *manquait une partie* du cervelet (2). Et à ce propos, je dois rappeler que, chez l'homme, les abus vénériens sont suivis *de vertige du sens musculaire* (3), et que, chez la femme, l'hystérisme produit la paralysie de la sensibilité musculaire (4).

Jusqu'à ce que la question soit mieux éclairée, je continuerai donc à croire que le cervelet est l'organe *du sens musculaire* et *du sens érotique*, et à admirer la connexité providentielle de ces deux fonctions se prêtant un concours mutuel dans leur accomplissement respectif. C'est ce que tout lecteur comprendra par lui-même, sans qu'il me soit nécessaire d'emprunter la plume de l'Arétin ou du Casti.

Je termine en renouvelant mes remercîments à M. Brown-Séquard d'avoir bien voulu honorer de son examen mes recherches physiologico-pathologiques sur les fonctions du cervelet. J'aime à espérer que le même accueil bienveillant sera fait, de sa part, aux observations franches et loyales par lesquelles je viens de lui répondre, lui promettant d'avance de les modifier ou de les rejeter, si les travaux ultérieurs de ce célèbre physiologiste viennent en détruire la valeur; car la science est pour

(1) *Gazette méd. Ital. Lomb.*, 1851. Observat. physiol.-pathol. sur le syst. nerv., par les Drs Lussana et Morganti.

(2) Observation de Fournet dans la *Clinique* d'Andral, t. V.

(3) Sandras. *Traité prat. des maladies nerveuses.* Paris, 1851.

(4) Duchenne. *De l'élect. localisée*, etc. Paris, 1861.

ainsi dire, une confédération dont la prospérité et le progrès dépendent tout autant des efforts convergents des membres qui la composent que du courageux abandon d'une doctrine dont l'erreur serait démontrée.

RECHERCHES

SUR LES PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES

DUS A

L'IRRITATION DU NERF AUDITIF

PAR LE COURANT GALVANIQUE CONTINU

ET SUR L'EMPLOI DE CE COURANT

COMME MOYEN DIAGNOSTIQUE DANS LES MALADIES DE L'OREILLE

PAR LE DOCTEUR

A. KATOLINSKY

Membre de la Société d'Anthropologie de Paris et de la Société des médecins de Saint-Pétersbourg.

Il y a longtemps déjà qu'on emploie en médecine l'électricité pour le traitement de quelques maladies de l'oreille, et principalement de la surdité nerveuse. Depuis l'époque où un célèbre professeur de Leipzig, M. Gaüsen, a développé l'idée que les lois de la conductibilité des nerfs ont une grande ressemblance avec celles de l'électricité, la foi dans l'efficacité de ce mode de traitement a encore augmenté, et on a commencé à l'employer empiriquement, sans indications précises, dans presque toutes les maladies de l'appareil auditif. Mais les résultats de cette médication ont été généralement si peu satisfaisants que les plus célèbres spécialistes des maladies de l'oreille, tels que Treultsch, Erghardt, Kramer, Bonnafont, Itard, Triquet, Blanchet, n'ont guère créance en ce moyen, et même ont poussé l'incrédulité jusqu'à nier des cas bien avérés de guérison de surdité nerveuse, en les attribuant à des erreurs de dia-

gnostic, et en affirmant que cette guérison eût pu être obtenue à l'aide de moyens thérapeutiques autres que l'électricité. Au contraire, les partisans du traitement galvanique ont vu dans cet agent une sorte de panacée universelle, par laquelle on pouvait guérir non-seulement la plupart des maladies de l'oreille, mais encore et surtout la surdité nerveuse.

Jusqu'à présent, l'électrothérapie ne nous fournit pas de moyen diagnostique qui nous permette de reconnaître si la surdité est due à la paralysie du nerf acoustique, ou, pour parler plus exactement, si nous avons affaire à une surdité nerveuse ou acoustique. En général, le diagnostic des surdités est encore extrêmement incertain. Nous ne pouvons pas juger de l'état pathologique des nerfs acoustiques en approchant ou en éloignant une montre de l'oreille, c'est-à-dire en nous basant sur la distance à laquelle le bruit de la montre est perçu ; c'est comme si nous voulions juger d'après le degré de myopie ou de presbyopie de l'état pathologique du nerf optique. Aussi, pour bien reconnaître l'état de ce dernier nerf, faut-il l'examiner au moyen de l'ophthalmoscope. Malheureusement, avec le spéculum de l'oreille, nous ne pouvons pas apercevoir le nerf acoustique, mais seulement la membrane du tympan et le conduit auditif externe. De cette insuffisance des moyens diagnostiques résulte que, dans la plupart des cas, le traitement par l'électricité est purement empirique, opinion qui est partagée même par Duchenne, dans son ouvrage sur l'*Électrisation localisée* (2e édit., p. 1000).

Je me propose, dans ce travail, de développer l'idée qu'au moyen du courant galvanique constant, on peut, dans certains cas, reconnaître si le nerf acoustique se trouve dans un état normal ou anormal, c'est-à-dire que, si on l'irrite par un courant constant, il réagit sur le son, suivant la direction de ce courant, et que cette faculté de réaction est abolie dans certains états pathologiques. Les circonstances suivantes m'ont suggéré l'idée de ces recherches. Il y a deux ans, le professeur Yunge, de Saint-Pétersbourg, m'a procuré l'occasion d'examiner, par le courant galvanique constant, deux malades chez lesquels les nerfs optiques étaient atrophiés. Dans mes observations sur ces malades, je trouvai qu'en agissant sur les nerfs par le courant continu ascendant ou descendant, ils ne manifestaient presque aucune sensation, excepté celle d'un éclat de

lumière lors de la fermeture de la chaîne (10 ou 15 éléments de Daniell).

L'on sait que, dans l'état normal, l'action du courant galvanique continu sur le nerf optique, provoque des sensations lumineuses qui nous font apercevoir les couleurs bleue, rouge, bleuâtre et verte; ces propriétés ont été l'objet de nombreux travaux de la part de Ritter, de Fechner, de Pfaff, de Purkinje, de Helmholtz, etc.

Cet effet des courants galvaniques sur la rétine m'a donné l'idée d'étudier l'action de ce même courant sur les nerfs acoustiques. J'avais parmi mes malades plusieurs individus qui avaient complétement perdu la faculté d'entendre. En examinant quelques-uns d'entre eux par le courant continu, je trouvai, en me servant du courant ascendant, le pôle négatif étant appliqué dans l'oreille, et le pôle positif à l'apophyse mastoïde, qu'ils avaient la sensation du son ou tintement métallique dans les oreilles et un goût métallique dans la bouche. Avec le courant descendant, la même sensation se manifestait, mais d'une manière moins prononcée. Les autres malades n'accusaient aucune sensation de son ou de tintement métallique. Les premiers se trouvaient complétement guéris en quinze séances d'application galvanique, dans l'espace de deux mois, et ils avaient entièrement recouvré la faculté d'entendre. Au contraire, chez les seconds, même après un traitement prolongé par l'électricité, je n'obtins aucun résultat et leur état n'avait point changé.

Ces premiers faits qui semblaient donner une confirmation à mon idée première d'abord toute théorique, m'engagèrent à continuer ces observations. Depuis lors, j'ai examiné 89 sourds-muets et 15 personnes en bonne santé; ce sont les résultats auxquels j'ai été conduit dans ces recherches que je vais consigner ici.

PREMIÈRE SÉRIE. — *Observations faites sur 89 sourds-muets avec le courant galvanique continu.*

1° Chez 7 d'entre eux, l'un des pôles étant appliqué sur l'oreille droite et l'autre sur l'oreille gauche (5, 7 et 10 éléments de Daniell), en direction ascendante ou descendante, il n'y avait aucune sensation dans les oreilles;

2° Chez 23, le courant étant appliqué en direction ascendante

ou descendante sur l'oreille droite (10 éléments), il n'y avait aucune sensation dans les oreilles;

3° Chez 12, le courant étant appliqué de la même manière sur l'oreille gauche (10 éléments), il n'y avait aucune sensation dans cette oreille;

4° L'examen de l'oreille droite, chez ces 89 sourds-muets m'a donné les résultats suivants :

A. En appliquant le pôle positif dans l'oreille et le pôle négatif sur l'apophyse mastoïde, 41 fois les malades n'avaient aucune sensation. Dans les 48 autres cas, les malades avaient la sensation de différents bruits, d'abord celui du fourmillement, puis celui du murmure de l'eau, du roulement d'une voiture; dans 1 cas, la sensation du tintement métallique; dans 3 cas, les malades avaient le vertige (10 éléments de Daniell).

B. En appliquant le pôle négatif dans l'oreille et le pôle positif sur l'apophyse mastoïde, 31 malades n'accusaient aucune sensation; 3 avaient des vertiges, 7 avaient la sensation du tintement métallique et du son.

Voici dans quelles circonstances se trouvaient ces 7 derniers malades :

L'un entendait un peu de l'oreille droite; le 2e et le 3e entendaient un peu des deux oreilles, mais ne parlaient pas; les 4 derniers entendaient un peu dans leur enfance, et depuis étaient devenus sourds et muets.

Chez les autres malades, il y avait sensation de divers bruits, de sifflement, de roulement du tonnerre, etc.

5° Examen de l'oreille gauche :

A. Le pôle positif étant appliqué dans l'oreille et le pôle négatif sur l'apophyse mastoïde : sur nos 89 malades, 27 n'éprouvaient aucune sensation, chez 5 il y avait du vertige, chez les autres, sensation de différents bruits.

B. Le pôle négatif étant appliqué dans l'oreille et le pôle positif sur l'apophyse mastoïde, 17 malades n'accusaient aucune sensation; chez 5, il y avait du tintement métallique et du son (ceux qui entendaient dans leur enfance); 6 avaient des vertiges. Enfin, chez les autres, il y avait sensation de bruits variés.

DEUXIÈME SÉRIE. — *Observations faites sur des personnes en bonne santé avec le courant galvanique continu* (1).

1er Cas. — Pôle négatif dans l'oreille droite, pôle positif sur l'apophyse mastoïde (7 éléments de Daniell) : Goût métallique dans la bouche; après la fermeture et après l'ouverture de la chaîne, le goût est plus prononcé; sons légers dans l'oreille.

Pôle positif dans l'oreille droite, pôle négatif sur l'apophyse mastoïde : Goût métallique, vertiges légers, sons.

Pôle négatif dans l'oreille gauche, pôle positif sur l'apophyse mastoïde : Goût métallique très-prononcé, sons, vertiges.

Pôle positif dans l'oreille gauche, pôle négatif sur l'apophyse mastoïde : Sons analogues à ceux d'un instrument à cordes.

2e Cas. — Pôle positif dans la narine droite, pôle négatif dans l'oreille gauche : Bruit d'abord assez fort dans l'oreille, allant ensuite en s'affaiblissant.

Pôle négatif dans la narine gauche, pôle positif dans l'oreille droite : Lors de la fermeture de la chaîne, aucune sensation; après l'ouverture, sons dans l'oreille droite; dans l'oreille gauche, bruit.

Pôle positif dans la narine gauche, pôle négatif dans l'oreille gauche : Bruit dans l'oreille; après l'ouverture de la chaîne, sons.

Pôle négatif dans la narine gauche, pôle positif dans l'oreille gauche : Bruit plus fort dans l'oreille droite; après l'ouverture de la chaîne, sons plus forts dans l'oreille gauche.

3e Cas. — Pôle positif dans la narine gauche, pôle négatif dans l'oreille gauche : Bruit au commencement du passage du courant, puis son faible dans l'oreille; après l'ouverture de la chaîne, le son devient plus fort.

Pôle négatif dans la narine gauche, pôle positif dans l'oreille gauche : D'abord bruit, ensuite sons dans l'oreille.

Pôle positif dans la narine droite, pôle négatif dans l'oreille

(1) Avec les courants d'induction (appareil de Du Bois-Reymond) aucune des personnes soumises à ces expériences n'a éprouvé la sensation du son ou du tintement métallique, mais seulement celle de différents bruits, tels que le bourdonnement de la mouche, le bruit de l'eau qui coule, ou même simplement la sensation douloureuse d'un corps étranger introduit dans l'oreille; d'où je conclus que le courant d'induction a une action physiologique plus faible que le courant continu, car il n'est pas capable de produire sur les nerfs acoustiques la réaction déterminée par ce dernier courant.

droite : Bruit dans l'oreille; après l'ouverture de la chaîne, son.

Pôle négatif dans la narine droite, pôle positif dans l'oreille droite : Après la fermeture de la chaîne, son dans l'oreille.

4e Cas. — Pôle négatif dans la narine droite, pôle positif dans l'oreille droite : Dans l'oreille gauche, son faible; dans l'oreille droite, bruit.

Pôle positif dans l'oreille droite, pôle négatif dans la narine droite : Dans l'oreille droite, bruit; après l'ouverture de la chaîne, son.

Pôle négatif dans la narine gauche, pôle positif dans l'oreille gauche : Dans l'oreille droite, bruit; son dans l'oreille gauche, après l'ouverture de la chaîne.

Pôle positif dans la narine gauche, pôle négatif dans l'oreille gauche : Dans l'oreille gauche, bruit; son dans l'oreille droite, après la fermeture de la chaîne.

5e Cas. — Pôle négatif dans l'oreille droite, pôle positif dans la narine droite : Dans l'oreille droite, bruit; après l'ouverture de la chaîne, son dans l'oreille gauche.

Pôle positif dans l'oreille droite, pôle négatif dans la narine droite : Sons faibles dans l'oreille gauche; picotements dans l'oreille droite; après l'ouverture de la chaîne, sons faibles.

Pôle négatif dans l'oreille gauche, pôle positif dans la narine gauche : Sons faibles dans l'oreille gauche, picotements dans la narine.

Pôle positif dans l'oreille gauche, pôle négatif dans la narine gauche : Bruit dans l'oreille droite; dans l'oreille gauche, sons après l'ouverture de la chaîne.

Pôle positif à la nuque, pôle négatif à la distance d'un mètre et demi : Goût métallique dans la bouche, son dans l'oreille gauche.

Pôle négatif à la nuque, pôle positif à la distance d'un mètre et demi : Son dans l'oreille gauche, bruit dans l'oreille droite.

En employant les courants ascendants sur la colonne vertébrale, le pôle négatif étant placé à la nuque, il y avait goût métallique dans la bouche, après la fermeture de la chaîne, et sons dans l'oreille gauche, après l'ouverture.

En appliquant les électrodes sur la colonne vertébrale, au-dessous de la huitième vertèbre, il n'y avait plus aucune action ni sur le goût, ni sur l'ouïe.

6ᵉ Cas (de 3 à 6 éléments de Daniell). — Pôle négatif dans l'oreille gauche, pôle positif sur l'apophyse mastoïde : Au commencement du passage du courant, bruit de la foudre à distance (3 éléments) ; avec six éléments, il y avait, lors de l'ouverture et de la fermeture de la chaîne, du son dans l'oreille gauche et du goût métallique dans la bouche.

Pôle positif dans l'oreille gauche, pôle négatif sur l'apophyse mastoïde : Goût métallique, battements de tambour dans l'oreille.

Dans les autres positions des pôles, les résultats étaient analogues.

COMPARAISON DE LA TEMPÉRATURE

DANS LE CONDUIT AUDITIF DES DEUX OREILLES CHEZ LES SOURDS-MUETS ET LES PERSONNES EN BONNE SANTÉ.

SOURDS-MUETS.		PERSONNES EN BONNE SANTÉ.	
Oreille droite.	Oreille gauche.	Oreille droite.	Oreille gauche.
1. 30,2 R.	28,4 R.	1. 28 R.	28,1 R.
2. 29,1	29,1	2. 29,4	29,4
3. 29,4	28,4	3. 29,3	29
4. 29,4	29,3	4. 28,4	28,1
5. 28,4	27,9	5. 29,3	29
6. 29,3	28,4	6. 29	29,3
7. 30,2	30,1	7. 29,4	29,2
8. 28,4	29		
9. 29	29		
10. 29,1	29,3		

RÉSUMÉ.

1° Le courant galvanique continu agit sur le nerf acoustique tout autrement que le courant d'induction. Par le premier, nous pouvons produire la polarisation dans les nerfs et la sensation des sons, tandis qu'avec le second, nous ne faisons naître que de différents bruits et jamais de sons. Nous savons, en effet, d'après les travaux électro-physiologiques, que le courant constant produit l'électrotonus et la polarisation dans les nerfs, tandis que les courants d'induction affaiblissent

les courants du nerf dans l'état de repos (multiplicateur de Du Bois-Reymond).

2° Dans la direction descendante, le courant continu produit chez les personnes bien portantes le son et le tintement métallique ; ceux-ci sont moins forts dans la direction ascendante.

3° Dans toutes les observations sur les personnes bien portantes, le courant continu a produit le son et le tintement métallique, tandis que chez les sourds-muets ils se sont produits 3 fois seulement sur 89 cas.

4° L'examen de la température des deux oreilles chez les sourds-muets a montré, dans 5 cas, une température plus élevée dans l'oreille droite que dans l'oreille gauche ; dans 2 cas, elle était la même dans les deux oreilles ; dans 3 cas, elle était plus grande dans l'oreille gauche que dans l'oreille droite.

Chez les sujets bien portants, 4 sur 7 présentaient une température plus élevée dans l'oreille droite que dans l'oreille gauche ; une fois elle était la même dans les deux oreilles ; 2 fois celle de l'oreille gauche s'est montrée supérieure à celle de l'oreille droite. Le résultat général est que la température des oreilles est à peu près la même chez les sourds-muets que chez les sujets bien portants.

5° Dans tous les cas où, sous l'influence du courant galvanique constant, le nerf n'a donné ni la sensation du son, ni celle du tintement métallique, nous pouvons supposer qu'il y avait une altération pathologique du nerf ; mais quant à la nature de cette altération, c'est ce que nous ignorons.

6° Dans tous les cas où des malades privés de l'ouïe, et ayant été soumis sans succès à différents modes de traitement, ont encore la sensation du son ou du tintement métallique lorsqu'un courant galvanique traverse le nerf acoustique, nous pouvons dire avec assurance qu'ils recouvreront l'ouïe sous l'influence du traitement par l'électricité.

7° Le galvanisme constitue un moyen diagnostique que nous pouvons employer indistinctement chez tous les malades, au même titre que nous nous servons dans ce but du spéculum de l'oreille.

8° En résumé, on peut dire *à priori* que le nombre des cas où nous pourrons employer avec profit le courant galvanique continu sera extrêmement restreint, mais du moins nous aurons porté un diagnostic exact.

Comme confirmation des faits énoncés dans ce travail, nous rapporterons trois observations dans lesquelles le courant galvanique constant a été employé comme moyen diagnostique de la surdité nerveuse et où la guérison a été obtenue par ce mode de traitement.

Première observation. — Le capitaine S... se plaignait de surdité complète de l'oreille droite. Il avait la sensation de différents bruits dans cette oreille. Il y éprouvait de temps en temps des douleurs. En appliquant une montre contre l'oreille, il ne l'entendait pas. Il attribuait la cause de sa maladie à une contusion reçue à la tête au siége de Sébastopol. En examinant l'oreille au moyen du speculum, j'ai constaté l'état catarrhal du méat et la perforation de la membrane du tympan. L'oreille gauche était dans son état normal.

4 et 5 avril. — J'explore l'oreille malade à l'aide du courant constant, en appliquant le pôle négatif dans le conduit auditif externe et le pôle positif sur l'apophyse mastoïde. Sauf quelques picotements dans l'oreille, le malade n'y sent absolument rien.

6 avril. — Troisième séance. — J'applique le pôle négatif dans l'oreille gauche et le pôle positif dans l'oreille droite. Le malade entend des sons et du tintement métallique dans l'oreille gauche. En renversant la position des pôles, c'est-à-dire en plaçant le pôle positif dans l'oreille gauche et le pôle négatif dans l'oreille droite, il perçoit pour la première fois des sons et du tintement métallique dans l'oreille droite (20 éléments de Daniell).

7 avril. — Le malade entend à la distance de 8 centimètres le bruit d'une montre; l'application du courant constant avec le pôle négatif dans l'oreille droite lui donne la perception d'un son extrêmement clair et quelques légers vertiges.

8 avril. — Le malade entend le bruit de la montre à la distance de 5 centimètres. Depuis cette époque il y avait chaque jour une amélioration graduelle dans son état, et, le 29 avril, il entendait aussi bien de l'oreille droite que de la gauche.

Deuxième observation. — Un jeune homme de trente ans, M. L..., se plaignait d'une surdité complète de l'oreille gauche ne datant que de trois ans. Quelques mois auparavant, il avait senti, après un refroidissement, des picotements dans l'oreille droite; quelques jours après, il s'y forma un abcès dont l'ouverture laissa à sa suite un grand affaiblissement de l'ouïe de ce côté (le droit). En appliquant une montre sur l'oreille gauche, il n'y avait aucune sensation de son; sur l'oreille droite la sensation était extrêmement faible. La première application d'un courant de 20 éléments de Daniell ne donna lieu à aucune sensation du côté du pôle négatif. Je fis faire dans les oreilles des injections de liquides émollients. Après une nouvelle application d'électricité, le pôle négatif étant placé dans l'oreille gauche, le malade a senti pour la première fois le tintement métallique et des sons. Après la séance, il entend le bruit d'une montre à 4 centimètres de distance. A la suite de chacune des trois séances suivantes, pendant lesquelles j'appliquai, pendant quatre minutes, un courant produit par

20 éléments Daniell, le malade entend distinctement le bruit de la montre à la distance de 1 mètre. Je continuai le même traitement en réduisant à 10 le nombre des éléments. Après la dixième séance, il entend le bruit de la montre à la distance de 1m1/2 de chacune des deux oreilles.

N. B. Quand j'employais le courant de 30 éléments, le malade avait des vertiges extrêmement forts auxquels vinrent s'ajouter des nausées à la sixième séance (20 éléments de Daniell). Les mêmes symptômes se produisirent lorsque les électrodes étaient appliquées sur les tempes.

Troisième observation. — Le Dr O... souffrait depuis longtemps d'une surdité complète de l'oreille gauche. Il se plaignait en outre d'alourdissement de la tête et de sensation de bruits variés dans les deux oreilles, dégénérant en une sorte de bruit de cascade lorsqu'il se livrait à des travaux intellectuels un peu prolongés. Tous ces symptômes augmentèrent progressivement et prirent une grande intensité. Pendant longtemps il a essayé de les combattre, mais sans succès, par un grand nombre de médications variées. Je le soumis à l'emploi du courant galvanique continu, et dès la troisième séance, il remarqua déjà la diminution des bruits dans les oreilles. Le bruit de cascade finit par disparaître bientôt lui-même. Le nombre des éléments employés variait de 10 à 20. A la dixième séance, le malade entendit pour la première fois la pendule de la cheminée pendant qu'il était assis sur le canapé, à une assez grande distance. Voici, indiquées par lui-même, les sensations qu'il a éprouvées dans le cours du traitement : pendant l'emploi des courants constants, il a senti, après chaque séance, un soulagement et une amélioration notables dans son état ; les bruits dans les oreilles étaient extrêmement affaiblis et même avaient tout à fait cessé pendant les quelques heures qui suivaient chaque séance ; la sécrétion du cérumen a progressivement augmenté. Lorsque les électrodes étaient appliquées aux tempes, il avait des nausées extrêmement fortes, mais après la séance la tête se trouvait sensiblement dégagée et plus disposée à soutenir un travail d'application.

Je terminerai ce mémoire par quelques remarques sur l'emploi des courants constants dans le traitement de la surdité nerveuse, et quelques faits physiologiques relatifs à l'action de ces courants sur les nerfs auditifs.

1° Toutes les fois que, pendant l'exploration des oreilles à l'aide des courants constants, ceux-ci donnent lieu à la sensation du son ou du tintement métallique, nous pouvons dire d'avance que le malade éprouvera de l'amélioration par le traitement électrique, tandis que, lorsque ces courants ne produisent aucun phénomène de ce genre, il n'y a aucun avantage à en attendre.

2° Avant d'employer l'électricité, il faut toujours faire dans les oreilles des injections émollientes tièdes pour débarrasser le méat du cerumen qui s'y accumule. On introduit ensuite

des éponges coniques humectées, et l'on applique les électrodes de la manière suivante : soit le pôle négatif dans l'oreille gauche et le pôle positif dans l'oreille droite ou *vice versâ*, lorsque l'on veut agir sur les deux oreilles; soit le pôle positif ou négatif dans l'oreille et l'autre sur l'apophyse mastoïde correspondante, si l'on veut agir sur une seule oreille.

3° Le pôle positif étant supposé dans l'oreille droite et le pôle négatif dans l'oreille gauche, voici, d'après mes observations, quelles sont les lois qui président à la formation des sons lors de la fermeture ou de l'ouverture de la chaîne galvanique :

Après la fermeture de la chaîne. — Sons et tintement métallique dans l'oreille gauche et pendant tout le temps que la chaîne reste fermée.

Après l'ouverture de la chaîne. — Sons et tintement métallique dans l'oreille droite, et *vice versâ*, quand le pôle positif est dans l'oreille gauche et le pôle négatif dans l'oreille droite.

4° Le vertige et les nausées se produisent presque toujours lorsque le nombre des éléments est de 20 à 30, et plus ordinairement quand le pôle négatif est dans l'oreille droite. Je ne puis expliquer ce fait faute d'observations suffisantes.

5° Il importe de toujours commencer par des courants faibles, et d'employer progressivement des courants plus forts de 5 à 30 éléments), pendant 2, 5 ou 10 minutes au maximum.

6° En augmentant le nombre des éléments, les sons et le tintement métallique dans les oreilles deviennent de plus en plus clairs et intenses.

INFLUENCE DES AGENTS PHYSIQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU TÊTARD DE LA GRENOUILLE

PAR M.

John HIGGINBOTTOM (1)

Membre de la Société royale de Londres, etc.

Les recherches suivantes, sur l'influence des agents physiques sur le têtard de la grenouille, comprennent les résultats de quatre années d'expériences et d'observations. Elles furent primitivement entreprises dans le but de vérifier cette opinion généralement admise par les physiologistes que le têtard de la grenouille, soustrait à l'influence de la lumière, est arrêté dans son développement et ne se transforme pas en grenouille.

J'ai fait une série d'expériences dans différents lieux et à différentes températures, mais principalement dans une cave située à trente pieds de profondeur et où ne pénétrait aucun rayon de soleil. Cet endroit était aussi très-favorable sous le rapport de la température, celle-ci n'ayant pas varié de plus de sept degrés dans toute la durée des expériences : 48° Fahr. (8° 9 cent.) du 11 mars au 15 mai; de 50° à 54° Fahr. (10 à 12° 2 cent.) du 15 mai au 6 juillet, et de 55° Fahr. (12° 8 cent.) du 6 juillet au 31 octobre.

Je commençai les expériences et observations en mars 1848,

(1) Les résultats des premières recherches de l'auteur ont été publiés dans les *Philosophical Transactions* de la Société royale de Londres, en 1850. Le travail que nous donnons ici contient un exposé de ces premiers résultats et de ceux que l'auteur a obtenus dans des recherches postérieures. Nos lecteurs compareront avec intérêt ce travail à celui du Dr Mc. Donnell que nous avons publié dans le n° d'Octobre 1859. — B.-S.

étudiant l'influence de l'air, de la nourriture, de la température et de la lumière sur le têtard de la grenouille depuis sa sortie de l'œuf jusqu'à son entier développement.

1° *Influence de l'air atmosphérique.*

On observe trois formes de respiration chez le têtard: 1° branchiale; 2° pulmonaire; 3° cutanée.

Dans l'état branchial, les têtards sont très-petits, et à cette époque ils s'assemblent sur les bords du vase qui les contient, près de la surface de l'eau en formant une ligne noirâtre; ils exposent à peine leurs branchies au contact de l'air et ne semblent pas se nourrir de l'espèce de gelée qui était leur première nourriture. La respiration aérienne semble plus nécessaire à leur existence que la nourriture pendant quelques jours de cet état branchial.

Il y a deux métamorphoses distinctes depuis l'œuf jusqu'à l'entier développement; la première de l'état branchial ou de poisson en celui de têtard; la seconde de l'état de têtard en celui de grenouille. La première nécessitant pour son accomplissement la proximité de l'air atmosphérique; la seconde exigeant la respiration aérienne parfaite.

Environ une quinzaine de jours avant la métamorphose du têtard en grenouille, son corps a acquis un grand volume et la peau du corps et de la queue offre à la respiration cutanée une surface considérable; mais quand la métamorphose s'effectue, le corps de la grenouille redevient petit et sa surface n'est plus suffisante pour la respiration cutanée, de sorte que si l'animal restait dans l'eau, il serait asphyxié. La vie dépend alors de la respiration pulmonaire plus que de la respiration cutanée.

Pour que les têtards puissent parcourir toutes les phases de leur développement depuis l'œuf jusqu'à l'état de grenouille, il faut qu'ils soient tenus à proximité de la surface de l'eau, principalement durant l'état branchial. A une profondeur de huit et de vingt pouces, dans un aquarium, très-peu se développaient, et à une profondeur de trois pieds, dans une mare où vivaient des grenouilles, aucun têtard ne se développa.

2° *Influence de la nourriture.*

La nourriture du têtard provient de deux sources ; la première est la gelée de l'œuf ; la seconde provient des plantes qui croissent dans l'eau où il vit.

Quand le têtard a cessé de se nourrir de la gelée, il ne lui faut rien de plus que de l'herbe et les plantes aquatiques. L'herbe sert comme aliment et les plantes aquatiques à la fois comme aliment et comme refuge ; probablement celles-ci ont une influence comme végétaux vivant dans l'eau. Comme aliment l'herbe est suffisante pour permettre l'entier développement du têtard, qui se nourrit de la chlorophylle des cellules dissociées par la décomposition dans l'eau et laisse les fibres. Ordinairement le têtard, pour prendre sa nourriture, se place sous la plante avec le ventre tourné en haut en raison de la situation de sa bouche.

Je changeais l'eau des têtards tous les trois jours et leur donnais de l'herbe aussi souvent que besoin était ; dans les vases qui étaient placés dans l'obscurité, il fallait mettre de l'herbe plus fréquemment à cause de la déperdition de matière colorante qu'elle éprouvait dans cette condition. On ne peut pas conserver longtemps des têtards en leur fournissant seulement l'eau et l'air sans une nourriture convenable.

J'ai observé qu'ils ne mangeaient pas si bien à une basse température.

La gelée est indispensable comme aliment dans les premiers temps de la vie des têtards. Ceux-ci meurent s'ils en sont privés (1).

3° *Influence de la température.*

Le 11 mars 1848, je pris quatre vases en terre, ronds, ouverts, contenant environ trois pintes chacun, et je les remplis d'eau aux trois quarts. Dans chacun d'eux, je mis une petite quantite d'œufs de grenouille récemment déposés et je plaçai chacun des quatre vases à une température différente.

Le premier fut placé près du plafond, dans la partie sombre

(1) Suivant M. Brande (*Philosophical Transactions*), cette gelée paraît être une substance intermédiaire à l'albumine et à la gélatine.

d'une chambre dont la température moyenne était de 60° Fahr. (15° 55 cent.) Six ou huit doubles de calicot noir glacé furent liés sur l'ouverture du vase de façon à intercepter toute lumière.

Le 20 mars, les têtards sortirent des œufs; le 23, les branchies étaient complétement formées, et la première grenouille était entièrement développée le 22 mai, c'est-à-dire beaucoup plus tôt que les têtards des vases placés près du sol de la même chambre, exposés à la lumière et à une température moyenne de 58° Fahr. (14° 4 cent.)

Le second vase fut placé en même temps dans un endroit ou la température moyenne était de 56° Fahr. (13° 3 cent.). Le 20 mars, neuf jours après le dépôt des œufs, les embryons, déjà grands, laissaient distinguer la tête, le corps et l'extrémité caudale, et étaient courbés dans l'œuf. Le 25, quelques-uns sortirent des œufs. Le 28, les branchies étaient complétement formées, et le 6 avril elles étaient résorbées. Le 22 mai, les têtards avaient augmenté de volume. Le 18 août, la première grenouille était complétement développée.

Le troisième vase fut mis dans un plus grand placé en plein air du côté ombragé de la maison et exactement couvert de bois, de manière à intercepter toute lumière; la température moyenne étant 53° Fahr. (11° 66 cent.)

Le 20 mars, neuf jours après le dépôt des œufs, les embryons conservaient leur forme globulaire, mais avaient beaucoup augmenté de volume.

Le 25, ils avaient une forme allongée dans l'œuf. Le 31, l'éclosion eut lieu. Le 4 avril, les branchies étaient complétement formées, et elles furent résorbées le 11. Le 22 mai, les têtards avaient grossi. Le 28 août, parut la première grenouille complétement développée.

Le quatrième vase fut placé dans la cave dont la température fut constamment : 48° Fahr. (8° 9 cent.) du 11 mars au 15 mai, 50 à 54° Fahr. (10° à 12° 2 cent.) du 15 mai au 6 juillet, et 55° Fahr. (12° 8 cent.) du 6 juillet au 31 octobre.

Le 31 mars, les têtards sortirent des œufs, le même jour que ceux placés en plein air à 53° Fahr. (11° 66 cent.) de température moyenne.

Le 6 avril, les branchies étaient formées, et le 18 résorbées. Le 22 mai, les têtards étaient petits, mais de ce jour au 5 sep-

tembre ils grossirent beaucoup plus rapidement. Le 31 octobre, parut la première grenouille.

On remarquera que lorsque les têtards placés dans la chambre furent complétement développés à une température de 60° Fahr. (15° 55 cent.), ceux qui étaient en plein air à une température de 53° Fahr. (11° 66 cent.) étaient petits ; mais ceux de la cave étaient encore plus petits en raison de la basse température de 48° Fahr. (8° 9 cent.) qui avait existé du 11 mars au 6 mai, période après laquelle cependant la température s'éleva jusqu'à 55° Fahr. (12° 77 cent.) ; le 6 juillet, et de ce moment, ils grossirent plus rapidement jusqu'à leur entier développement.

Le 17 novembre, quelque temps après, la température de la cave fut pendant un mois de 50° à 54° Fahr. (10° à 12° 22 cent.), et, durant ce temps, il n'y eut pas de nouvelles grenouilles de développées complétement. Une d'elles n'eut que trois pattes. Pendant plus de trois semaines, la quatrième pouvait être vue distinctement sous la peau lorsque l'animal remuait, mais elle ne se dégagea pas. Ces résultats sont résumés dans le tableau suivant, où les différences de température et leurs effets sont notés.

DATES.	TEMPÉRATURE MOYENNE 60° F. (15° 55 C.)	TEMPÉRATURE MOYENNE 56° F. (13° 33 C.)	TEMPÉRATURE MOYENNE 53° F. (11° 66 C.)	TEMPÉRATURE MOYENNE 51° F. (10° 55 C.)
11 mars.	Œuf.	Œuf.	Œuf.	Œuf.
20 —	Têtard sorti.			
25 —		Têtard sorti.		
31 —			Têtard sorti.	Têtard sorti.
10 avril.	Têtard très-gros.			
22 —	Grenouille formée.	Têtard gros.	Têtard gros.	Têtard petit.
18 août.		Grenouille formée.		
28 —			Grenouille formée.	
31 octobre.				Grenouille formée.

4° Influence de la lumière.

Pour ce qui est de la métamorphose complète des têtards en l'absence de la lumière, je puis établir que d'après l'observa-

tion la plus minutieuse elle s'effectue aussi bien dans l'obscurité qu'à la lumière, et que l'absence de la lumière ne retarde en rien cette métamorphose.

J'ai constaté ce fait par de nombreuses expériences pendant ces deux dernières années. Une de ces expériences fut faite sur une grande échelle.

Je pris six vases contenant des têtards, trois exposés à la lumière avec différentes températures, et trois soustraits à l'influence de la lumière.

Tout d'abord je fus porté à penser que l'absence de la lumière était plutôt favorable au développement des têtards; mais ensuite je vis que cette différence dépendait d'un léger excès de température dû à ce que le vase était clos. Ce fait est mis en évidence par la planche où la température et l'absence de lumière sont clairement indiquées.

Ces expériences ont été faites en 1848; elles furent répétées en 1849 avec les mêmes résultats.

Je crois que la température moyenne de 51° Fahr. (10°55 cent.) observée dans la cave est la plus basse à laquelle puisse s'effectuer la métamorphose des têtards.

Dans les années 1853 et 1854, je repris ces expériences et observations, principalement dans trois caves. Les caves de Nottingham étant taillées dans le roc, la lumière du soleil n'y pénètre jamais, et elles ne sont pas sujettes à de grands changements de température. Aussi sont-elles très-favorables à ce genre d'expérimentation.

La cave la plus profonde est de trente pieds et sa température moyenne est de 51° Fahr. (10° 55 cent.) La cave moyenne est de dix-huit pieds et sa température moyenne est de 53° Fahr. (11° 66 cent.)

La troisième est de neuf pieds de profondeur; température moyenne, 56° Fahr. (13° 33 cent.)

Le 11 juin 1853, je plaçai dans chacune de ces caves une cuvette en terre vernie contenant deux pintes d'eau, et de l'herbe afin de pourvoir les têtards de chlorophylle; l'eau fut changée tous les deux jours. Dans chaque vase, je mis vingt têtards *sur le point de subir leur métamorphose*, ce qui est de beaucoup préférable à commencer par les œufs.

Dans la cave supérieure, dix des têtards étaient devenus des grenouilles dès le 8 septembre, et avaient abandonné l'eau

pour se tenir sur des pierres que j'avais placées pour cet objet au milieu du bassin.

Dans la cave intermédiaire, dix étaient métamorphosés le 22 septembre.

Dans la cave la plus profonde, au 20 octobre, huit seulement étaient devenus des grenouilles et avaient quitté l'eau.

Le 1er juillet de l'année suivante, je répétai les mêmes expériences dans les mêmes caves, et trois semaines plus tard j'obtins les mêmes résultats, c'est-à-dire le développement complet de la grenouille en l'absence de toute lumière. Mais dans cette expérience, j'avais un autre objet en vue, celui d'observer la croissance et de noter le poids des têtards avant, pendant et après leur métamorphose.

Pendant mes années d'expériences, je n'ai pas observé une augmentation notable en poids ou en volume des têtards transformés en l'absence de la lumière, quoique mes premières expériences les suivissent depuis l'œuf jusqu'à l'état parfait, et les dernières à partir d'un moment voisin de la métamorphose.

Dans mes premières expériences sur les œufs, je n'avais jamais obtenu de têtards pesant plus de huit grains en l'absence de la lumière, mais je trouvai dans une mare de mon voisinage nombre de têtards, dont quelques-uns pesaient de onze à quinze grains, et parmi ceux-ci sept pesaient quinze grains chacun.

De ces gros têtards, j'en pris vingt pesant ensemble deux cent soixante-quatre grains, soit environ treize grains chacun. Les grenouilles résultant de leur transformation pesaient ensemble quatre-vingt-treize grains, en moyenne quatre grains et demi chaque. Celles qui à l'état de têtard pesaient quinze grains n'en pesaient plus que cinq, ayant ainsi perdu les deux tiers de leur poids.

D'autres expériences confirmèrent les résultats précédents.

DE LA MOELLE DES OS

ET DE

SON RÔLE DANS L'OSSIFICATION NORMALE

ET PATHOLOGIQUE

PAR LE DOCTEUR

L. OLLIER

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

(PLANCHE II)

(Suite.)

TROISIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Expériences démontrant l'origine des ossifications intra-médullaires dans le cas où l'os est irrité d'une manière quelconque. — Interprétation des expériences de Troja. — Rôle de la surface interne de l'os dans la production des ossifications intra-médullaires.

Deux faits nous sont déjà acquis, à savoir qu'à l'état normal la moelle ne forme pas de l'os, mais qu'à la suite d'une irritation elle peut se transformer en substance osseuse. Cette transformation du tissu médullaire ne doit pas être considérée cependant comme la cause principale des ossifications intra-médullaires; c'est de la surface interne de l'os que proviennent ces formations nouvelles, qui peuvent dans certains cas oblitérer complétement le canal médullaire et faire d'un os tubulaire un os plein.

Ce qui prouve ce rôle secondaire du tissu médullaire, c'est la formation d'ossifications intra-médullaires abondantes dans les os qui ont été complétement privés de leur moelle.

Voici quelques expériences propres à démontrer ce fait.

Nous perforons le tibia d'un lapin en deux points, à quatre ou cinq centimètres de distance; par ces deux trous nous introduisons un stylet flexible ou un petit pinceau de fil de fer

canal une ossification qui le remplit en totalité au point *e*. Au-dessus se voit la moelle; au-dessous le canal médullaire est vide. Il contenait du pus et du sang coagulé. A ce niveau l'os est nécrosé; l'animal ayant marché sur cette patte, le bout de l'os avait perforé la peau. Autour de l'os on voit une couche osseuse, épaisse, due au périoste. Dans la partie supérieure du canal on voit de petites masses ou de petits grains osseux dus à la végétation de la face interne de l'os.

Tous ces phénomènes sont le résultat de l'irritation du canal médullaire. A la partie inférieure du canal, l'exposition à l'air et le frottement ont amené la nécrose; plus haut la surface interne irritée a végété, bourgeonné, et s'est remplie de tissu osseux; plus haut enfin, l'irritation n'a produit que quelques végétations osseuses.

L'expérience a duré quinze jours.

On nous dira peut-être que dans ces expériences la moelle s'est d'abord reproduite, et que l'ossification n'a été que consécutive. Mais il est difficile d'admettre cette explication, car nous voyons que plus on a conservé de moelle, moins il y a de tissu osseux produit; l'ossification est en raison de l'irritation de la surface interne de l'os. Il faut seulement que cette irritation ne dépasse pas un certain degré, car sans cela elle amène la nécrose.

Nous pouvons du reste répondre directement à cette question, parce que nous avons observé sur certaines plaies osseuses (chez les lapins), dont nous avons suivi le mode de réparation et que nous avons vues se combler par le bourgeonnement de la substance osseuse elle-même, la moelle ayant été préalablement enlevée. Sur des poules auxquelles nous avions pratiqué l'évidement de la moelle avec broiement et injection, nous avons pu constater à la face interne de l'os une couche mince de substance molle formée de cellules jeunes, ressemblant aux cellules médullaires, mais n'étant pas produites par l'expansion de la moelle que nous avions laissée persister aux deux extrémités de l'os.

La moelle détruite se reproduit certainement avec une très-grande facilité. Il n'y a peut-être pas de tissu dont les éléments prolifèrent avec une telle rapidité. Aussi ne rejetterons-nous pas pour tous les cas le mécanisme de la reproduction de la moelle comme phénomène initial, aujourd'hui surtout que nous savons

que la moelle peut elle-même s'ossifier lorsqu'elle est isolée de l'étui osseux qui l'entoure normalement ; mais la substance osseuse qui limite le canal médullaire contient en elle-même (dans le contenu des cellules osseuses, Virchow), et surtout dans les canalicules de Havers (1), des éléments qui peuvent fournir au développement d'une matière osseuse abondante.

M. Cruveilhier dont nous venons de rappeler les expériences sur la moelle n'envisage pas au même point de vue que nous le mécanisme de la nécrose. Il ne fait pas jouer à l'inflammation le rôle que nous lui attribuons. Il conclut (2) que la destruction complète de la membrane médullaire d'un os long a pour conséquence la nécrose, ce qui sera vrai le plus souvent. Mais ce que nous ne saurions admettre c'est que la réplétion du canal médullaire par de la charpie ou autre corps étranger, n'ait d'autre effet que de compléter cette destruction. C'est comme corps irritants, et, par conséquent, comme cause d'inflammation, qu'ils agissent selon nous.

La surface interne de l'os est donc le point de départ des ossifications intra-médullaires; et les expériences de Troja, qu'on a souvent regardées comme prouvant l'ossification propre de la *membrane médullaire*, doivent recevoir une interprétation différente.

Troja a fait deux expériences principales d'où l'on a cru pouvoir tirer la preuve de la formation de l'os par la *membrane médullaire* et par suite l'ossification propre de cette membrane.

Dans une de ces expériences (*Experimentum XII*) il enlève le périoste du tibia, tout autour de cet os, dans sa portion diaphysaire. Il fit cette opération dans le but d'étudier ce qui arrive dans les larges dénudations de la partie moyenne des os, produites par la suppuration ou autres causes morbides. Il vit alors que la partie dénudée se désséchait, se nécrosait et qu'à l'intérieur de la cavité médullaire, dans la partie correspondante, se formait un os nouveau.

M. Flourens (3) a conçu et exécuté cette expérience sans se douter qu'elle eût été faite par Troja, et il a vu aussi un os se

(1) La présence de cellules médullaires dans les canaux de Havers rapproche ces deux modes de formation de la substance osseuse au point de vue histogénique.

(2) *Anat. pathol. gén.*, t. IV, p. 333.

(3) Flourens, *loc. cit.*, p. 44 et 46.

former dans la cavité médullaire. Il en a conclu que la *membrane médullaire produit l'os comme le produit le périoste.*

Est-on en droit d'en tirer rigoureusement ces conclusions? C'est ce que nous allons voir en suivant les modifications que présentent les os soumis à des expériences semblables ou analogues.

Nous avons enlevé le périoste autour du tibia, dans une étendue de 5 centimètres, sur deux lapins âgés de cinq mois. Le périoste enlevé, ou bien séparé de l'os sur certains points où il est très-adhérent aux muscles, nous avons, sur un des lapins, entouré l'os d'une lame d'argent repliée sur elle-même et maintenue en place par des fils métalliques passés tout autour. Ces fils la serraient assez fortement pour qu'elle ne pût pas glisser. Sur l'autre lapin nous avons remplacé la lame d'argent par un morceau de calicot. C'est dans un but spécial que nous avons varié ainsi l'expérience; car les corps métalliques étant mieux tolérés par l'organisme que les corps organiques, nous devions avoir dans nos deux expériences deux degrés d'irritation produits par ces corps étrangers. Le lapin qui avait la lame d'argent a à peine suppuré; celui qui avait le morceau de calicot a fourni une très-abondante suppuration.

Ces deux lapins ont été tués trente-trois jours après. Leur tibia avait éprouvé des modifications analogues. Au niveau de la dénudation, là ou l'os était entouré par l'enveloppe d'argent ou de toile, le tissu osseux était d'un blanc mat, sans vaisseaux apparents. L'os ne s'était pas accru en épaisseur, extérieurement du moins. Les parties molles étaient plus enflammées sur celui qui avait l'enveloppe de toile, l'irritation ayant été plus forte.

Le tibia ayant été scié en long, voici ce que nous avons pu constater. V. fig. 3.

L'os qui extérieurement n'avait pas augmenté de volume a subi un épaississement considérable aux dépens de son canal médullaire. Au niveau de la dénudation son épaisseur est près de trois fois plus considérable que celle du tibia du côté opposé. La cavité médullaire est donc rétrécie à ce niveau, la moelle plus blanche et plus ferme qu'à l'état normal peut cependant être isolée dans toute la longueur de la cavité médullaire. La surface interne de l'os qui est lisse à l'état normal est parsemée d'aspé-

rités en quelques points, sous forme d'aiguilles longitudinales, dans les interstices desquelles pénètre la moelle sans y adhérer très-intimement; elle y est cependant un peu plus adhérente qu'à l'état normal.

La coupe de l'os est ce qu'il y a de plus intéressant à étudier dans la pièce. On y voit deux couches bien distinctes, surtout sur le lapin dont le tibia a été soumis à une irritation plus forte par la présence du corps étranger organique; c'est à ce lapin que se rapporte la fig. 3. Extérieurement est une couche blanche *c* mate, sèche, nécrosée, distincte de l'interne *b* qui est évidemment vasculaire. Ces deux couches sont séparées par une ligne rouge un peu sinueuse et qui n'est autre chose que le commencement du sillon de séparation qui s'établit dans tous les cas de nécrose entre le mort et le vif. La portion nécrosée comprend la presque totalité de la substance osseuse déjà formée au moment de l'expérience; les couches les plus internes de l'os ancien cependant sont comprises dans la portion qui est encore vivante et qui s'est très-notablement épaissie.

L'irritation occasionnée par la présence des corps étrangers a dépassé leurs limites; elle s'est étendue au-dessus et en dessous, comme l'indique l'épaississement de l'os à ce niveau.

On voit, par ces expériences, que le premier phénomène qui suit la dénudation d'un os, c'est l'épaississement de cet os; la nécrose de la partie dénudée n'est qu'un phénomène consécutif et dû d'ailleurs à une autre cause qu'à la dénudation.

La dénudation simple, quoique portant sur la totalité de la diaphyse, pratiquée sur des animaux jeunes et vigoureux, maintenus dans de bonnes conditions hygiéniques et dont la plaie a été réunie par première intention n'amène pas toujours la nécrose; il n'y a que les phénomènes d'irritation primitifs se traduisant par l'épaississement de l'os. Que serait-il arrivé dans nos expériences si nous avions attendu plus longtemps? Nous aurions vu la démarcation entre le vif et le mort se prononcer de plus en plus, des bourgeons charnus s'accumuler dans leur intervalle et nous aurions eu alors un os vivant contenu dans un os mort; mais quelle est l'origine de cet os intérieur? est-ce la moelle? Sans doute qu'elle y a contribué par son ossification propre, mais l'expérience précédente, pas plus que celle de Troja, ne pouvait nous faire affirmer cette origine. L'ossification paraît due surtout à l'épaississement primitif de la substance osseuse

par bourgeonnement de sa surface interne. Il n'y a, en effet, dans aucun cas, gonflement de l'os à proprement parler (1); l'os s'épaissit par addition de substance osseuse, soit en dehors, soit en dedans.

Donc l'expérience analogue de Troja ne doit pas être considérée comme prouvant par elle-même la formation d'un os nouveau par la membrane médullaire.

Voyons du reste l'autre expérience du célèbre physiologiste, plus souvent encore invoquée que celle que nous venons d'interpréter; nous voulons parler de l'expérience IX.

Nous avons procédé, comme Troja, sur le tibia du pigeon. Nous avons pratiqué, soit la désarticulation tibio-tarsienne, soit l'amputation au-dessus ou au niveau du cartilage de conjugaison inférieur, nous avons relevé les chairs en laissant le périoste et nous avons enveloppé dans une baudruche la moitié inférieure de l'os.

Ici encore nous avons vu que l'épaississement de l'os est le phénomène primitif et que la nécrose ne survient que secondairement. L'os restant protégé, alimenté par son périoste, et se trouvant d'autre part garanti par le sac de baudruche contre une dessiccation trop rapide, résiste quelques jours à la nécrose. Les conditions nouvelles dans lesquelles il est placé produisent une irritation dont le résultat est l'épaississement de l'os; en dehors, au niveau et au-dessus de la ligature qui maintient la baudruche; en dedans et au-dessous de cette ligature, pour la partie de l'os qui est enveloppée dans le sac. Il se dépose donc de la substance osseuse à la surface interne de l'os; cette substance de nouvelle formation se confond avec l'ancienne, et ce n'est que consécutivement qu'elles sont séparées.

Cet isolement consécutif s'opère de la manière suivante : la surface externe de l'os se dessèche et une partie de son épaisseur se nécrose (2), le périoste qui lui distribuait ses vaisseaux s'étant desséché préalablement, et, avec cette membrane, tous les vaisseaux qui la traversent.

Entre cette partie morte et la partie intérieure qui continue à vivre par les vaisseaux de la moelle, une ligne de démarcation

(1) A moins qu'il ne s'agisse de très-jeunes sujets, nés depuis peu de jours.

(2) L'os des pigeons jeunes est trop mince pour qu'il soit bien facile de reconnaître dans tous les cas ce qui revient au tissu osseux ancien ou au nouveau; mais chez les lapins la démarcation est plus facile à établir. Voir plus haut.

s'établit comme dans l'élimination de tout séquestre. Cette ligne, d'abord indiquée par un ponctué rougeâtre, ne tarde pas à être représentée par des bourgeons charnus analogues à la moelle par leur aspect et leur consistance. Pendant que cela se passe à l'intérieur du cylindre nécrosé, le cylindre interne s'épaissit, la cavité médullaire se rétrécit par conséquent et la moelle diminue.

Les figures 1 et 2 représentent les deux phases principales de ce processus.

Dans la figure 1, on voit l'os épaissi et l'ossification intra-médullaire confondue avec la surface interne de l'os primitif dont elle émane.

Dans la figure 2, l'ossification interne est déjà isolée du cylindre externe nécrosé. La séparation du séquestre périphérique est accomplie, et l'os resté vivant jouit d'une certaine mobilité dans la portion nécrosée. En ne considérant que cette pièce, on pourrait rapporter cette ossification à la prétendue *membrane médullaire*, ou à la couche externe des cellules de la moelle; mais la figure 1 nous a démontré son origine première. — L'expérience faite sur de jeunes pigeons a duré sept jours pour la figure 1, et dix-huit jours pour la figure 2.

Troja, du reste, est très-peu explicite sur le mécanisme de ces ossifications internes. Dans beaucoup de passages, il semble les rapporter à la moelle; mais dans d'autres, il est plus réservé et paraît même se rattacher implicitement à une autre opinion. Dans la relation de son expérience XII, il dit en décrivant l'ossification intra-médullaire : « Au centre de l'os nouveau qui « était très-épais, il y avait un canal pour le passage de la « moelle. Ce canal très-étroit, mais s'élargissant vers l'épi- « physe, contenait une moelle filiforme, et (1) *il semblait presque* « *que la membrane médullaire s'y trouvait ramassée*; en la « pressant avec les doigts, il n'en sortait pas beaucoup de « moelle ; elle résistait bien à la distension, et, mise dans l'eau, « elle avait tout à fait l'aspect d'une membrane, etc. »

Et d'autre part, en parlant des ossifications internes obtenues par l'expérience IX (isolement d'une partie du tibia dans un

(1) Troja, *loc. cit.*, p. 133 : « *Et dicerem potius medullæ membranam ibi collectam.* »

sac de baudruche) : (1) « La moelle était en cet endroit très-
« blanche, dure et tellement entourée par le nouvel os, que
« *j'aurais juré qu'elle se fût transformée elle-même en os nou-*
« *veau*, sans les résultats que j'avais vus dans les précédentes
« expériences. »

Nous pouvons maintenant adopter les conclusions suivantes:

I. Dans l'évolution normale de l'os, la moelle ne forme pas le tissu osseux.

II. Le développement de la moelle est en raison directe de la résorption du tissu osseux préexistant.

III. La *médullisation* (qu'on nous passe ce néologisme), ou la formation de la moelle dans le tissu osseux, est une phase secondaire de son évolution.

IV. Par suite de l'irritation de son tissu propre ou du tissu osseux lui-même, la moelle s'ossifie ; elle peut même s'ossifier lorsqu'elle est isolée du tisssu osseux qui l'entoure.

V. Les ossifications intra-médullaires ne sont pas dues seulement à l'ossification de la moelle elle-même; elles proviennent surtout de la surface interne de l'os.

VI. Dans les cas où la moelle a été détruite et enlevée, le canal médullaire s'oblitère par un bouchon osseux, qui est formé par le bourgeonnement de la surface interne de l'os périphérique.

VII. Dans les expériences faites à la manière de Troja, il y a d'abord épaississement de l'os, par addition de nouvelles couches à sa surface interne; puis nécrose périphérique, comprenant la totalité ou une partie de l'os primitif. Ces expériences ne pouvaient pas permettre d'affirmer l'ossification propre du tissu médullaire, puisque ce tissu n'était pas isolé de l'os d'où provenaient évidemment et auquel étaient intimement unies les ossifications internes.

VIII. Nous avons démontré la double origine de ces productions nouvelles, tantôt en isolant la moelle et en la faisant ossifier dans un tube d'argent, tantôt en la détruisant et en ne

(1) « *Interna ossificatio partim jam ossea, et valde dura, ubi nimirum internam cavitatis medullaris superficiem tangebat, et partim cartilaginea : hoc loco medulla albissima, dura, et ita novo ossi amplexa, ut* IPSAM JURASSEM FUISSE IN NOVUM OS TRANSMUTATAM, *nisi ea, quæ superioribus experimentis vidissem.* »

laissant que la surface interne de l'os, comme point de départ possible pour les ossifications internes.

IX. La possibilité de l'ossification de la moelle ne permet pas de comparer ce tissu à celui du périoste, et à plus forte raison d'assimiler ces deux parties constituantes de l'os. Sous le périoste, la substance osseuse se forme; dans la cavité médullaire elle se résorbe. Ce n'est qu'accidentellement que la moelle se tranforme en os. Il y a donc plus de différences que d'analogies entre ces deux tissus.

Les faits pathologiques vont nous permettre à présent d'interpréter plus complétement encore le rôle de la moelle dans l'ossification.

On rencontre très-souvent des ossifications dans l'intérieur du canal médullaire sur les os malades; c'est même la règle dans les cas d'ostéite survenant chez des individus sains d'ailleurs; il y en a toujours plus ou moins. Mais ces ossifications partent toujours de la surface interne de l'os, et de leur présence dans le canal médullaire on n'était pas logiquement conduit à admettre l'ossification propre de la moelle. Les productions osseuses libres au milieu du tissu médullaire eussent fourni un meilleur argument, mais ces productions ne sont le plus souvent que des parties de l'os ancien incomplétement résorbées et isolées du reste du tissu osseux par la médullisation des portions environnantes. Sous l'influence des causes pathologiques, la médullisation c'est-à-dire la substitution de la moelle au tissu osseux préexistant peut être avancée ou retardée. Et, à ce sujet, il est intéressant de poursuivre ce qui se passe dans certains os enflammés dont l'altération a suivi une marche intermittente, comme on l'observe souvent du reste dans les lésions chroniques du système osseux.

Une irritation périostique se déclare; des dépôts abondants de substance osseuse ont lieu sous le périoste, et le volume de l'os en est sensiblement augmenté. Sous l'influence du trouble de nutrition amené par l'inflammation, la résorption s'arrête à l'intérieur de l'os, ou du moins diminue, il se forme en même temps des végétations osseuses à ce niveau dans le canal médullaire, et l'os subit un épaississement considérable. Mais la substance osseuse extérieure due à l'irritation du périoste ne tarde pas à subir la loi de tout tissu osseux en

voie de développement, elle se raréfie de l'intérieur à l'extérieur, en commençant par les parties les premières formées, se creuse de vacuoles remplies de moelle, se médullise en un mot, et bientôt on voit autour de l'os ancien une nouvelle moelle indépendante de celle que contient la cavité médullaire centrale. Que cette irritation du périoste un moment arrêtée reprenne son cours, et alors une nouvelle couche se surajonte autour du produit de la première périostite. Cette couche, d'abord homogène, ne tarde pas à se raréfier et on voit alors se former une nouvelle série de vacuoles qui se remplissent de tissu médullaire et forment comme une troisième moelle dans l'intérieur de la couche compacte la plus extérieure. Si l'on fait une coupe perpendiculaire à l'axe sur un os ainsi altéré, on voit une série de diaphyses emboîtées les unes dans les autres. La figure 7 nous représente l'extrémité inférieure de la diaphyse du péroné qui a subi cette altération. Sous l'influence d'une périostite à répétition, à marche intermittente, il s'est formé plusieurs couches concentriques autour du cylindre diaphysaire qui existait déjà au début de la maladie. Les couches de formation pathologique ne sont pas toujours continues et d'une épaisseur égale; mais la médullisation des couches *c*, *d* est assez avancée pour les isoler l'une de l'autre par un sillon très-marqué.

La médullisation continuant, mais s'opérant souvent d'une manière inégale par suite de circonstances que nous ne pouvons pas prévoir, il peut arriver qu'à un moment donné on trouve dans la cavité médullaire des cylindres osseux flottants, libres dans les cylindres extérieurs et entourés de tout côté par du tissu médullaire. Dans le rachitisme on a observé des cylindres ainsi isolés, et si ce ne sont pas des cylindres complets, ce sont au moins des lames de substance osseuse, résultat de la résorption incomplète d'un tissu condamné à disparaître, et non pas produit d'une formation nouvelle. C'est de cette manière du reste qu'il faut comprendre la formation de ce qu'on a appelé les séquestres vasculaires (Gerdy), et qu'on peut observer dans la plupart des os du squelette, longs, plats ou courts.

Nous avons rencontré dernièrement sur le crâne d'un adolescent une masse osseuse de 3 centimètres de long sur 15 à 20 millimètres de large, tout à fait isolée du frontal ou plutôt

unie à cet os par un tissu mou, vasculaire, fongueux, par du tissu médullaire en un mot. Il y avait eu ici non pas séparation d'un séquestre, puisque le fragment osseux était parfaitement vasculaire, mais isolement d'une portion encore vivante par la médullisation du tissu osseux périphérique.

Ce n'est pas par ce mécanisme unique que nous chercherons aujourd'hui à expliquer la formation des productions osseuses qu'on trouve dans la moelle, puisque le tissu médullaire peut s'ossifier dans un tube d'argent. Dans quelques cas de fracture, on a signalé (Virchow) des ossifications qui semblent procéder isolément et par îlots dans l'intérieur du canal médullaire.

La constatation de ce fait, qui nous paraît assez rare d'ailleurs, n'est jamais suffisamment nette pour constituer une preuve aussi rigoureuse que l'expérience du tube d'argent, mais c'est cependant ce qui nous avait paru de plus concluant avant cette dernière expérience.

Après tout ce que nous avons dit sur le mécanisme des ossifications extra-médullaires, l'étude des fractures ou de la cicatrisation des os après les amputations ne nous offrirait qu'un médiocre intérêt et nous exposerait du reste à des répétitions; aussi ne les citerons-nous que pour leur appliquer toutes les observations que nous avons faites en critiquant les expériences de Troja (1).

Un grand nombre de pathologistes ont fait jouer un rôle important à la moelle dans la réparation de l'os après certaines nécroses. Nous ne voulons pas aborder ici l'étude de la nécrose, de ses causes et de son mécanisme, nous devons cependant donner quelques explications sur le rôle réparateur qu'on a attribué à la moelle.

(1) Le musée Dupuytren possède deux pièces très-intéressantes relatives à l'ossification intra-médullaire, que nous avons pu étudier grâce à l'extrême obligeance de son conservateur, M. Houel. La première, déposée par M. Verneuil, consiste en une fracture du radius, avec bouchon de tissu osseux aréolaire remplissant la cavité médullaire au niveau de la fracture. L'autre, déposée par M. Broca, est relative à une fracture du fémur par arme à feu; il y a aussi une production osseuse dans le canal médullaire. Mais quelque importantes que soient ces pièces, elles étaient insuffisantes pour juger le point doctrinal que nous avions en vue, c'est-à-dire l'ossification propre de la moelle, puisque la moelle était restée en rapport avec le tissu osseux périphérique. Sur les animaux, nous avons obtenu plusieurs pièces analogues, mais pour les mêmes raisons elles nous paraissent insuffisantes.

Quand on extrait une diaphyse nécrosée invaginée dans un os nouveau, il est très-rare de trouver à son intérieur de a substance osseuse; le plus souvent ce sont des fongosités, du pus, mêlés de quelques débris osseux; quelquefois il n'y a qu'une substance fongueuse un peu plus molle et un peu plus rouge que le tissu médullaire normal; dans quelques cas enfin, c'est un tissu tout à fait semblable à la moelle. Parmi les auteurs qui ont observé, décrit et interprété des cas de ce genre, nous citerons Lebel (*Journal complémentaire du Dict. des sciences médicales*, 1820, p. 309), et M. Jobert de Lamballe (*Mémoire sur la nécrose et la réparation des os*, 1836, JOURNAL DES PROGRÈS). Lebel cite avec beaucoup de détails une observation dans la quelle la moelle se trouvait sans commencement d'ossification trois mois après la nécrose de la diaphyse. L'auteur croit que si cette ossification est possible, elle est au moins beaucoup plus lente que celle du périoste.

M. Jobert rejette plus nettement encore l'ossification de la moelle.

Quant à nous, nous ne la nions pas, mais nous la croyons très-rare, surtout dans de grandes proportions. Dans toute nécrose, dans toute ostéite il y a des portions osseuses qu'on peut rapporter à l'ossification propre de la moelle, tout aussi bien qu'à des émanations de la surface interne de l'os; mais de là à la constitution d'un os solide remplissant le canal médullaire d'une diaphyse nécrosée, il y a loin. Ce sont alors des productions osseuses, friables, très-poreuses, interrompues en quelques points, ne remplissant qu'incomplétement le canal de l'os nécrosé, et dans tous les cas tout à fait insuffisantes pour remplir le rôle d'un os, si le périoste n'y a pourvu (1). Il est des cas où il paraît en être autrement; c'est quand la nécrose périphérique n'a porté que sur les couches externes de l'os; alors les couches internes restantes se sont épaissies et les productions dont elles ont été le point de départ, jointes à l'ossification de la moelle, peuvent constituer un support solide.

(1) Notre collègue M. Delore, chirurgien en chef désigné de la Charité, nous a montré une belle ossification dans l'intérieur d'une diaphyse nécrosée. La production osseuse a 6 ou 7 centimètres. Elle tenait encore au moment de l'opération à l'os extérieur par une de ses extrémités. Elle a été enlevée en même temps que le séquestre. Elle est poreuse et friable. C'est une des pièces les plus favorables à l'opinion de l'ossification propre de la moelle.

Mais lorsqu'il n'y a que la moelle pour réparer l'os, il ne faut pas compter sur un tissu osseux remplaçant l'os primitif. Les ossifications dues à la moelle ne sont pas comparables, nous le répétons encore, à celles que produit le périoste.

Jusqu'ici nous n'avons invoqué que les faits expérimentaux et les faits pathologiques; il en est d'autres cependant que nous devons interroger pour avoir une idée complète de la moelle: nous voulons parler des faits fournis par l'observation histologique.

Qu'est-ce que la moelle au point de vue de sa structure? quelle est son origine? comment se forme-t-elle? Voilà tout autant de questions qui offrent le plus grand intérêt, et sur lesquelles cependant, je dois l'avouer, je conserve encore quelques hésitations.

Virchow a émis sur l'ossification et la formation de la moelle les propositions les plus séduisantes. D'après lui (1), les cellules du périoste, les cellules osseuses (ostéoplastes) et les cellules médullaires seraient un seul et même élément anatomique, ou plutôt les éléments de l'os passeraient par ces trois phases successives. Après s'être incrustée extérieurement de sels calcaires, la cellule périostique reste osseuse pendant un certain temps, puis se dépouille des sels qui l'entourent, et devient cellule médullaire. « De même, dit l'éminent anatomo-pathogiste de Berlin, que le tissu osseux est formé par le périoste et le cartilage, de même la moelle est formée par le tissu osseux, et le développement d'un os n'est pas achevé par la formation de tissu osseux; il faut encore, pour former l'os parfait, que la série de métamorphoses se continuant au delà du stade d'ossification produise le tissu médullaire. Le tissu médullaire paraît donc n'être en quelque sorte que la fin physiologique de la formation organique de l'os... La dissolution de la substance osseuse est une transformation de tissu; la dissolution se produit au moment où le tissu osseux fondamental se transforme en une masse de tissu encore incapable de retenir les sels calcaires. » Développant ces propositions et les appliquant à l'étude des produits morbides de l'os, Virchow considère les cellules osseuses comme la matrice de tous les tissus pathologiques qui peuvent se former dans l'os. Le tissu osseux existant est la

(1) Pathologie cellulaire, *trad. fr. par* Picard, p. 344 et suiv.

matrice du tissu cancéreux à venir; les cellules du cancer sont les produits immédiats des cellules de l'os.

Par ce que nous avons déjà dit sur la formation de la moelle et la médullisation des os, on voit que nous nous rangeons à cette manière de comprendre le développement du tissu osseux en général; il y a un point cependant que nous n'acceptons qu'avec réserve, et c'est à ce sujet que nous avons parlé plus haut des hésitations que nous conservions encore. On suit parfaitement la transformation des cellules du cartilage en moelle; on la suit surtout dans le mode d'organisation des cals irrités. Quand on a fait une fracture sur un lapin, si l'on irrite journellement le cal en imprimant des mouvements aux fragments encore mal consolidés, on prolonge la période cartilagineuse du cal; si l'on poursuit ces manœuvres pendant quelques jours encore, on obtient souvent la transformation directe du cartilage en moelle; il y a une médullisation immédiate, et cette moelle provient directement du contenu des cavités cartilagineuses. Sur les parties non encore médullisées, mais sur le point de l'être, on voit ces cavités remplies de cellules considérablement multipliées. Mais en est-il de même des cellules osseuses? Nous avouons ne pas avoir pu suivre cette transformation d'une manière bien claire. Nous ne nions pas le fait, parce qu'il n'est pas logique de nier un fait qu'on n'a pu constater, mais notre observation propre nous fait admettre que la moelle provient des cellules non ossifiées qu'on trouve dans tout tissu osseux le long des canaux de Havers ou dans l'interstice des îlots d'ossification dans les couches nouvelles d'origine périostique. Ces cellules, produit immédiat des cellules du cartilage ou des cellules périostiques, se développent et prolifèrent à mesure que la substance osseuse se dissout. Elles prennent la place de cette dernière substance et la moelle est ainsi formée. La moelle provient donc ou du périoste, ou du cartilage; sous le périoste se trouvent des cellules à noyaux multiples tout à fait semblables à celles de la moelle. (1) Quant à son origine par transformation du contenu des ostéoplastes, nous n'en sommes pas convaincu.

M. Ch. Robin, qui a fait de belles recherches sur la structure

(1) Nous les avons représentées dans notre premier mémoire sur la production artificielle des os. Voyez *Journal de Physiologie, janvier 1859.*

de la moelle, n'admet pas cette dernière origine : il considère même la formation des ostéoplastes comme tout à fait indépendante des cellules périostiques, ou du moins n'étant pas le résultat de la transformation directe du ces derniers. En cela il se rapproche de H. Müller (V. *Journal de Physiol.*, t. I, p. 810), qui fait provenir les ostéoplastes d'une substance qui se dépose dans les espaces médullaires, et dans laquelle on voit des cellules étoilées dès le début. M. Rouget, dans ce journal (n° d'Octobre 1858), comme M. Morel de Strasbourg, tout en adoptant la plus grande partie des idées de Virchow, ne me paraissent pas s'être catégoriquement prononcés sur la question en litige.

Quand nous avons étudié les productions osseuses intra-médullaires, nous avons vu l'ossification se faire comme sous le périoste autour des cellules du tissu conjonctif, au milieu d'une couche d'apparence fibroïde. Nous n'avons pas trouvé de tissu cartilagineux dans le canal médullaire, excepté dans des fractures faites sur les jeunes sujets ; mais dans ces derniers cas, les proliférations venant du périoste se confondaient avec celles qui provenaient de la surface interne de l'os.

Quoi qu'il en soit de cette différence dans l'interprétation d'un fait d'histogénie, nous rattachons la moelle aux productions dérivées du tissu conjonctif et nous considérons la médullisation comme une période ultime du développement de l'os.

La résorption intérieure de la substance osseuse est un fait constant. Un os commence par être plein, ou du moins plus compacte qu'il ne le sera plus tard ; il se creuse de vacuoles et de cavités de plus en plus grandes. Pendant que cette résorption s'opère, pendant toute la période d'accroissement principalement, la moelle est rouge et très-vasculaire ; elle est le siége d'un mouvement organique très-actif. Les vaisseaux sont nombreux et volumineux, et cette circonstance a été et pourrait encore être invoquée par les partisans de l'ossification par la moelle à l'état normal, comme dénotant un rôle actif dans la formation de l'os. A quoi servirait alors, disent-ils, cette riche vascularisation, s'il ne devait pas y avoir formation de tissu osseux par la moelle ? Pourquoi tant de sang distribué dans un tissu, si ce tissu n'avait pas un rôle actif dans l'accroissement de l'os ? En présence des faits positifs que nous avons fait connaître, nous ne tiendrions pas grand compte de ces arguments ; mais on peut encore y répondre d'une autre manière, en faisant

observer que le rôle de la moelle n'est pas un rôle passif et que la résorption d'un tissu comme le tissu osseux et la formation des cellules médullaires suffisent bien pour comprendre l'abondance des vaisseaux qu'on y rencontre, et qui d'ailleurs ne lui sont pas exclusivement destinés, puisqu'ils vont se répandre dans une partie du tissu osseux proprement dit.

Une fois la période d'accroissement terminée, l'activité de la moelle diminue; la résorption cesse ou se poursuit lentement, et alors la moelle se charge de graisse. Des cellules adipeuses s'y développent, ou plutôt de la graisse se forme dans les cellules déjà existantes, et la moelle de l'adulte en semble presque complétement formée. Chez certains animaux, la disposition des tissus primitifs est complète, et l'air venant des poumons va tenir la place des cellules médullaires que contenait l'os dans la première période de son développement.

Cette aération des os s'observe chez les oiseaux, et surtout chez les oiseaux destinés à voler haut et longtemps (1). Elle a évidemment pour but d'alléger le poids du corps de ces animaux et de leur faciliter ainsi l'exercice du vol. Si les animaux qui vivent à terre n'ont pas les os aériens, ils les ont remplis de la substance la plus légère que la nature ait placée dans leurs tissus. Ils se chargent de graisse, et le changement des cellules médullaires en cellules adipeuses rentre évidemment dans le même plan d'organisation que l'aération des os des oiseaux. Nous adoptons donc l'ancienne opinion qui voit dans la formation d'un canal médullaire un moyen de diminuer le poids du corps sans altérer la résistance des supports osseux.

Nous n'irons pas plus loin dans la recherche du rôle de la moelle et de sa finalité; nous nous engagerions dans des hypo-

(1) En fracturant les os des oiseaux on les fait revenir momentanément à leur état primitif, c'est-à-dire qu'il se reforme de la moelle et qu'il se produit des végétations osseuses, des trabécules plus ou moins épais à la face interne de l'os. La moelle se reforme avec une très-grande rapidité sur des humérus dans la cavité aérienne desquels on a introduit et laissé séjourner un corps étranger. Sur des humérus fracturés et dont les fragments ont été soudés à distance par l'intermédiaire d'un pont de périoste (*sautoir périostique*), on trouve au bout de 40 jours environ l'os dans l'état suivant : le fragment supérieur est redevenu aérien ; le fragment inférieur est rempli d'une moelle gélatineuse; la partie intermédiaire due à l'ossification du périoste est en voie de se médulliser. Si l'on attend quelques semaines de plus, la résorption s'opère dans la partie intermédiaire, et les deux fragments de l'os reprennent leur communication première : l'os redevient complétement aérien.

thèses qui ne pourraient avoir aucune utilité à notre point de vue et qui risqueraient de nous entraîner hors des voies de la science rigoureuse.

Si nous examinons maintenant le côté chirurgical de la question que nous venons de traiter au point de vue physiologique, nous pourrons tirer de nos expériences quelques déductions applicables aux opérations qui se pratiquent sur les os.

Et d'abord, établissons la différence qu'il y a entre la moelle et le périoste au point de vue de la régénération des os. Si le périoste peut à lui seul reproduire non pas seulement du tissu osseux, mais un os véritable remplaçant pour la forme et les usages celui qui a été enlevé, il n'en est pas de même pour la moelle qui s'ossifie très-difficilement lorsqu'elle est isolée du tissu osseux périphérique, qui reste le plus souvent fongueuse, et qui dans tous les cas ne reproduirait pas à elle seule un tissu osseux assez compacte, assez solide, assez volumineux pour remplacer l'os qui a été détruit. Il est rare, nous le répétons, de trouver à l'intérieur des diaphyses nécrosées, des ossifications d'origine médullaire, reliant à travers la diaphyse les deux extrémités de l'os; le plus souvent encore dans ces cas ne trouve-t-on que des masses irrégulières très-poreuses, mêlées à des fongosités, et par conséquent très-friables.

Mais si la moelle isolée ne peut pas être d'un grand secours pour la réparation des os, nous devons reconnaître que le tissu médullaire est d'une utilité plus directe et plus évidente lorsqu'il reste en rapport avec une couche de tissu osseux; il peut alors s'ossifier; et cette ossification, jointe à celle qui provient de la couche interne des os, contribue d'une manière efficace au remplacement de l'os qui a été enlevé. Dans les évidements, dans les destructions partielles des os, toutes ces sources de régénération sont mises en action. Et lorsqu'on évide un os d'après le procédé de M. Sédillot, ou qu'on y joint la cautérisation au fer rouge comme nous le pratiquons souvent, et comme les chirurgiens anciens le pratiquaient avec une grande hardiesse, ce n'est pas le périoste seul qui contribue à la reproduction de l'os; la substance osseuse évidée, et la moelle elle-même, ont fait les principaux frais. Cette opinion, que nous

avions déjà exposée il y a quelques années (1), nous paraît être aujourd'hui mise hors de toute contestation par nos expériences sur la destruction de la moelle. Dans ces expériences, le périoste participant à l'irritation excitée sur l'ensemble de l'os produit sans doute de nouvelles couches qui augmentent l'épaisseur de l'organe, mais c'est la surface interne de l'os lui-même qui est le point de départ des ossifications qui oblitèrent le canal médullaire.

C'est par la destruction de la moelle que Troja voulait arriver à la régénération des os. Dans ses premières expériences, il avait vu que la destruction de la moelle produisait la nécrose de l'os ancien et faisait en même temps développer un os nouveau sous le périoste. L'os nécrosé se détachait tôt ou tard; restait une cavité qui se remplissait de moelle et qui s'oblitérait ensuite. Cette opération étant généralement très-bien tolérée par les animaux, Troja se demanda s'il ne serait pas possible de la faire sur l'homme, dans le but d'obtenir la régénération des os cariés. Je cite à ce sujet les remarques qu'il fait lui-même en proposant cette application chirurgicale (2).

« Je puis donc conclure, et ma conclusion sera très-légitime, que rien n'est plus utile, pour faire régénérer un nouvel os, que la destruction de la moelle : de cette observation seule découleront, je l'espère, cent applications utiles pour la classe nombreuse des maladies des os, et en particulier pour le spina ventosa et la carie.

« Ne pourrait-on pas, par exemple, après l'amputation de la cuisse au-dessus du genou, dans les cas de carie profonde et incurable s'étendant jusqu'à l'extrémité supérieure de l'os, détruire la moelle par le procédé que j'ai employé sur les pigeons ? Il n'y a d'autre espoir de salut, puisqu'on ne peut encore amputer le fémur dans l'articulation coxo-fémorale, que dans la régénération d'un nouvel os autour de l'ancien, et dans l'extraction de celui-ci.

« C'est là une chose ardue, mais non impossible. Et ne pourrait-on pas, par des moyens plus commodes, détruire la moelle

(1) *Des moyens chirurgicaux de favoriser la réparation des os.* — Victor Masson, 1858.

(2) *Loc. cit.*, p. 87.

dans l'humérus, le cubitus et le tibia, en conservant le membre et en pénétrant dans l'os au moyen de perforations par lesquelles on introduirait des instruments courbes et flexibles ? Par ce moyen, l'os étant régénéré, il ne serait pas très-difficile d'extraire l'ancien os du nouveau, comme du reste Scultet l'a déjà fait. »

Voilà une méthode d'évidement des os précise dans son but et radicale dans ses moyens. Présentée ainsi, cette opération chirurgicale ne devait avoir rien de bien séduisant pour ceux qui savent combien la cavité médullaire est souvent le point de départ de la phlébite et de l'infection purulente. Mais cependant il y a une idée que l'avenir fécondera sans doute, c'est-à-dire la production de la nécrose d'un os entier pour le faire régénérer.

C'est du reste ce résultat qu'on a souvent obtenu en transformant la carie en nécrose au moyen du fer rouge et des divers caustiques; et si l'on n'a pas appliqué le procédé indiqué par Troja à la totalité du fémur, on l'a fait pour les bouts des os après les amputations dans les cas de moignon conique. On détruisait les bouts de l'os en introduisant un caustique dans le canal médullaire; mais ce n'était pas pour le faire reproduire comme le voulait Troja.

Il est une autre application qui ne ressort pas directement de nos expériences sur la moelle, mais que nous signalons ici parce qu'elle consiste dans l'irritation de la substance centrale des os; et voici dans quels cas. A l'état sain, surtout chez les adultes et les vieillards, le périoste est mince et très-adhérent à l'os, en certains points surtout, et il n'est pas facile de le séparer sur toute la surface; mais que l'os soit enflammé et alors les conditions changent, le périoste s'épaissit et devient très-facilement séparable. Or, il peut se présenter des cas où l'on ait à extirper des os non enflammés, et alors on rencontrera des difficultés réelles dans le décollement du périoste. Nous avions dernièrement dans notre service une femme dont la clavicule avait éprouvé une hyperostose à la partie moyenne. Cette augmentation de volume s'était faite lentement, sans cause syphilitique, mais elle avait été portée au point de comprimer le plexus brachial, et par suite de paralyser et d'atrophier le membre supérieur. Notre malade avait non-seulement un membre inutile, mais ce membre était le siége des plus intolé-

rables douleurs. Il n'y avait là qu'une indication : enlever la cause de la compression. Mais l'ablation de la totalité de la clavicule faite dans ces conditions-là n'était pas sans danger. La dissection du périoste eût été difficile à cause de l'absence d'inflammation de l'os au moment actuel. Nous eûmes l'idée d'enflammer, ou plutôt d'irriter préalablement cet os pour rendre son périoste plus épais et plus séparable. Nous voulions perforer l'os de distance en distance, et par ces trous introduire quelques gouttes de caustique liquide qui auraient produit dans la clavicule un certain degré d'inflammation. Cette inflammation produite, nous aurions procédé à l'extirpation de l'os, qui eût été alors une opération facile et sûre. Mais la malade, pour des raisons tout à fait indépendantes de sa volonté, fut obligée de quitter l'hôpital, et nous ne pûmes pas mettre notre projet à exécution. Notre but était, nous le répétons, d'irriter le périoste par l'intermédiaire de la substance osseuse, et de rendre par là l'ablation sous-périostée plus sûre et plus facile. Nous ne voulions pas faire nécroser l'os, comme Troja l'avait proposé pour les cas de carie ; nous voulions seulement mettre la clavicule dans les cas de ces os cariés ou enflammés sur lesquels le périoste se détache avec la plus grande facilité.

RECHERCHES

SUR LA

TRANSMISSION DES IMPRESSIONS

DE TACT, DE CHATOUILLEMENT, DE DOULEUR, DE TEMPÉRATURE ET DE CONTRACTION (SENS MUSCULAIRE)

DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE

PAR LE DOCTEUR

BROWN-SÉQUARD

(Suite) (1).

Avant de reprendre l'exposition de faits plus ou moins semblables à ceux que nous avons rapportés dans la précédente

(1) Voyez le numéro précédent, p. 124 et suiv.

partie de ce Mémoire, je vais donner ici dans tous ses détails et malgré sa longueur, une observation dont l'importance est considérable en raison de l'hypéresthésie excessive qui y est signalée. Dans plusieurs des observations que nous avons publiées, il y avait de l'hypéresthésie du côté d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière, mais dans aucune ce symptôme n'a atteint le degré mentionné dans le cas suivant que j'emprunte à une addition de M. Gendrin à sa traduction de l'ouvrage d'Abercrombie (*des Maladies de l'encéphale et de la moelle épinière*, 2ᵉ édit. 1835, p. 546).

OBS. VII. — *Tubercule comprimant surtout la moitié latérale* GAUCHE *de la moelle épinière. Hypéresthésie excessive du pied et de la jambe* GAUCHES : *engourdissement du pied* DROIT.

Diez, âgée de vingt-trois ans, accouchée depuis huit mois d'un enfant à terme, n'a plus été réglée; elle entra à l'hôpital Cochin, quatre mois après son accouchement, pour y être traitée du choléra-morbus épidémique : elle en sortit convalescente, mais avec beaucoup de faiblesse dans les membres inférieurs. Pendant les deux mois suivants qu'elle passa chez elle, elle avait de l'anorexie, éprouvait de temps en temps de la diarrhée, habituellement de la soif, et toujours une faiblesse extrême. Elle rentra alors à l'hôpital Cochin le 18 juillet 1832; elle avait tous les symptômes de la gastro-entérite, plus une faiblesse extrême des jambes; bientôt elle ressentit de la difficulté dans les mouvements de ces membres; je reconnus alors que la jambe gauche était plus faible que la droite, que les mouvements de cette extrémité étaient très-difficiles, et que la sensibilité de la peau y était moins prononcée qu'au membre droit. Une douleur fixe existait dans ce membre depuis l'origine du nerf sciatique jusqu'à l'extrémité des doigts. La malade se plaignait en même temps de fourmillements et de sensation de froid dans les deux jambes. Je fis appliquer successivement trois vésicatoires volants sur la région lombaire. Les membres abdominaux continuèrent à être le siége d'engourdissement et d'une sensation de froid. La région lombaire était elle-même le siége d'une douleur profonde déchirante. Les selles et les urines restaient libres. Quatre moxas furent appliqués sur les lombes. Du 18 au 24 août, douleurs vives dans les membres inférieurs et dans les lombes, mouvements de ces membres douloureux, élancements profonds; les doigts des pieds se fléchissent. Du 25 au 30 août, les douleurs se prononcent davantage dans le membre abdominal gauche, la sensibilité de la peau devient si vive au pied gauche, que lorsqu'on le touche on y provoque une sensation de déchirement; les doigts des pieds se rétractent de plus en plus; les selles sont involontaires et inaperçues par la malade : fréquence du pouls sans chaleur à la peau, langue rouge à son pourtour et à sa pointe, blanchâtre à son milieu; vives douleurs lombaires. Du 1ᵉʳ au 15 septembre, le pied gauche est toujours le siége d'élancements très-douloureux : elle remue difficilement et incomplétement les extrémités abdominales. Elle

tient les jambes fléchies sur les cuisses, et ces dernières demi-fléchies sur l'abdomen. Il n'y a cependant pas de contracture; la malade peut allonger ces membres, mais elle dit que dans la position demi-fléchie elle souffre moins du froid des extrémités; agitation vive la nuit, causée par les douleurs qu'elle ressent dans le pied gauche, le moindre toucher produit toujours une douleur très-vive, comme si, d'après l'expression de la malade, cette partie n'était qu'une plaie vive. Les douleurs lombaires diminuent. Le 15 septembre, elles ont cessé, et les urines et les selles ne sont plus involontaires; mais les douleurs spontanées du pied gauche s'élèvent jusqu'au milieu de la jambe gauche, et augmentent même par le contact des draps. La fièvre est vive; il se manifeste de la toux, et le sommet du poumon est le siége d'un râle muqueux, fin, sous-crépitant, mêlé d'un bruit de craquement. Le 17, il se manifeste un point douloureux au côté gauche du thorax, augmentant par l'inspiration; on y applique un vésicatoire volant. Le 21 septembre, les doigts du pied gauche sont fortement fléchis, la sensibilité est toujours exaltée, au point que dans tout le pied jusqu'au milieu de la jambe le plus léger contact détermine une douleur très-vive. La chaleur y est naturelle; on voit sur ce membre les muscles extenseurs superficiels se contracter et occasionner des tressaillements très-douloureux. Le pied droit est toujours le siége d'un engourdissement continuel. Insomnie la nuit, fréquence extrême du pouls, qui est petit; langue sèche et rouge à sa pointe. Dans les premiers jours d'octobre, les douleurs de la jambe et du pied gauche remontaient jusqu'au genou, et la malade ne pouvait supporter le plus léger contact dans toute la partie qu'elles occupaient, sans éprouver la plus vive douleur; elle ressentait de l'engourdissement dans les deux jambes, mais elle conservait la facilité de les remuer, quoique lentement; la jambe et le pied droits conservaient leur sensibilité normale au toucher. L'affection de poitrine faisait des progrès rapides, la diarrhée et les sueurs épuisaient la malade. Le 11 octobre, elle demanda à être transportée à l'hôpital Necker, où elle expira le 13 au soir.

Autopsie. — L'ouverture du cadavre fut faite à ma sollicitation par le docteur Bricheteau, médecin de l'hôpital Necker, en présence de M. Davat, mon élève, qui avait recueilli sous ma direction toute cette observation. Le tissu cellulaire extérieur à la dure-mère rachidienne, à la région cervicale était infiltré de sang; les membranes du rachis étaient partout à l'état sain Vers l'extrémité de la moelle épinière on remarqua, avant l'ouverture des membranes, une saillie arrondie qui remplissait le canal vertébral; les membranes étaient en ce point moulées sur un corps dur, arrondi, auquel elles n'adhéraient point. La moelle épinière mise à nu, on trouva une masse arrondie blanchâtre, développée dans son épaisseur, quelques lignes au-dessus de son extrémité inférieure. La moelle fut détachée, et mon confrère eut l'obligeance de m'envoyer cette pièce anatomique, dont la dissection me fit reconnaître l'altération suivante : un corps blanchâtre, arrondi, du volume d'une aveline, était placé entre les deux cordons gauches qui forment la moitié gauche de la moelle : il empiétait un peu sur les cordons droits. Les quatre cordons de la moelle étaient complétement libres et contournaient ce corps en l'enveloppant de toutes parts. Les cordons gauches, et particulièrement le cordon antérieur gauche, étaient plus déviés et plus

aplatis que les droits. C'était, par conséquent, surtout entre le cordon des racines antérieures et le cordon des racines postérieures gauches des nerfs de la queue de cheval que ce corps était logé; il avait dévié et aplati ces cordons, et particulièrement le cordon antérieur gauche. La petite tumeur dont je viens d'indiquer la situation était enfermée dans un kyste très-ténu, libre de toute adhérence serrée, sauf en un point, sur le cordon gauche antérieur, où la tumeur était comme pédiculée; elle était composée d'une substance blanchâtre, granuleuse, assez dense, homogène, ne présentant aucune trace de vaisseaux. Elle offrait à son centre un ramollissement commençant qui avait produit une petite cavité qui pouvait loger un grain de chènevis.

Dans ce cas, toutes les parties (pied et jambe gauches), recevant leurs nerfs de la moitié gauche de la moelle au-dessous du point lésé, étaient dans un état d'hypéresthésie peut-être plus excessif que celui des animaux sur lesquels une moitié latérale de la moelle épinière a été coupée transversalement. Il est évident que chez la malade de M. Gendrin, la douleur, quand le pied gauche était touché, dépendait d'une exagération morbide de la sensibilité, ou, en d'autres termes, d'une hypéresthésie réelle et non d'une crampe dans les membres de l'autre côté (le droit), crampe qui aurait été la cause de cette douleur si la théorie d'un de nos plus distingués collaborateurs avait été exacte.

On objectera peut-être que l'hypéresthésie dans ce cas dépendait d'un état inflammatoire de la moelle épinière autour de la tumeur. J'admets sans hésiter qu'un état congestionnel ou inflammatoire de ce centre nerveux a été dans ce cas la principale cause de l'hypéresthésie du pied gauche; mais il n'en est pas moins vrai que, malgré l'altération de la moelle dans sa moitié latérale gauche, certaines impressions sensitives venant du pied gauche se transmettaient au centre percepteur avec une intensité morbide. En d'autres termes, chez cette malade, comme chez les animaux après la section d'une moitié latérale de la moelle épinière, les impressions douloureuses, venant de la partie du corps recevant ses nerfs de la portion de moelle située au-dessous et du côté du point lésé, loin de n'être plus transmises, donnaient lieu à une très-vive sensation de douleur. Le pied gauche, où la malade ressentait des douleurs spontanées, devint si sensible, que le moindre toucher y produisait de très-vives douleurs, « comme si cette partie n'était qu'une plaie vive. »

L'observation de M. Gendrin pourrait donner lieu à d'autres objections. On pourrait signaler comme contraire à la théorie soutenue dans ce Mémoire cette assertion : que la sensibilité de la peau du membre inférieur gauche était, au début de la maladie, moins prononcée qu'au membre droit. Mais M. Gendrin ne dit pas quelle partie du membre inférieur gauche avait une sensibilité « moins prononcée » que celle du membre droit. Or la cuisse gauche devait être atteinte d'anésthésie, en raison de l'altération que la tumeur avait dû produire sur le trajet intra-médullaire des racines d'une ou de deux paires de nerfs du côté gauche.

On pourrait aussi objecter que la jambe et le pied droits conservaient leur sensibilité normale au toucher. M. Gendrin n'ayant pas fait usage du compas pour mesurer la sensibilité tactile, son assertion signifie seulement que la sensibilité tactile n'était pas perdue dans le pied droit. Tous les jours nous voyons des malades qui nous disent n'avoir rien perdu de leur sensibilité tactile et chez lesquels le compas montre une anésthésie plus ou moins considérable. M. Gendrin a négligé de dire si la sensibilité à la douleur, au chatouillement, au froid et à la chaleur persistait dans le pied et la jambe du côté droit, mais il nous dit que le pied droit est le siége d'un engourdissement continuel, ce qui montre qu'il y avait de l'anésthésie dans cette partie. Il y avait donc chez cette malade : une tumeur lésant surtout la moitié gauche de la moelle au-dessus de l'origine des nerfs des pieds, avec une hypéresthésie considérable dans le pied du même côté et de l'anésthésie dans le pied du côté opposé.

Les observations pathologiques qui suivent, de même que quelques-unes de celles du précédent article, ne prouvent pas d'une maniere directe l'exactitude de la théorie que nous soutenons à l'égard de la voie de transmission des impressions sensitives dans la moelle épinière, mais elles ont néanmoins une très-grande importance, car elles sont autant de preuves indirectes à l'appui de cette théorie. En effet :

1° Les symptômes signalés dans ces observations sont en parfaite harmonie avec ce que la théorie indique ;

2° Comme dans les observations I, II et III du précédent article, l'autopsie a montré que les symptômes proéminents, tels que la perte de la sensibilité d'un côté du corps et la perte du

mouvement de l'autre, dépendaient d'une altération d'un côté de la moelle épinière, il est probable que les mêmes symptômes étaient dus à une semblable lésion dans les observations sans autopsie de cet article et du précédent;

3° Par des expériences sur des animaux, j'ai constaté que des lésions analogues à celles indiquées par la théorie comme ayant existé dans chacune des observations que je publie, ont produit exactement les mêmes symptômes que ceux signalés dans ces observations.

Il est évident, d'après ces diverses raisons, ou au moins d'après la dernière, que, malgré l'absence d'une autopsie vérificatrice, ces observations sont, ainsi que je l'ai dit, des preuves indirectes de l'exactitude de la théorie que je soutiens.

Je rapporte d'abord une observation extrêmement importante, à cause non-seulement des symptômes relatifs à la sensibilité, au mouvement et au sens musculaire, mais encore de la différence de température entre le côté paralysé et le côté anésthésié.

OBS. VIII. — *Paralysie complète du mouvement volontaire, avec augmentation de la sensibilité et de la température* A GAUCHE; — *conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire avec anésthésie* A DROITE.

F. Cesario, âgé de 35 ans, maçon, jouissant d'une parfaite santé, tomba d'un échafaudage de vingt pieds de haut sur son dos. Il perdit connaissance pendant quelques minutes, et, en revenant à lui, il s'aperçut que *le côté gauche, de l'épaule au pied, était complétement paralysé du mouvement volontaire, mais conservait entièrement la sensibilité*, tandis qu'au contraire dans *le côté droit le mouvement volontaire était parfait, mais la sensibilité complétement éteinte* et si absolument annihilée, que lorsque je le vis pour la première fois, le 30 mai, trois mois après l'accident, il n'avait aucune sensation de douleur ou de malaise quand on le piquait avec des aiguilles ou quand on enfonçait une lancette profondément dans les muscles. Il avait cependant sur ce côté du corps (le droit) le contrôle le plus complet (*most complete control and command*), les muscles y étaient très-proéminents et très-puissants, tandis que ceux du côté opposé (le gauche) étaient mous et notablement atrophiés, et la main et le pied étaient œdémateux. La température dans les membres et le tronc du côté privé de sensibilité, mais possédant la puissance musculaire (*le côté droit*), était de 1 degré 1/2 Réaumur (1°,87 cent.) au-dessous de la température du *côté* (*gauche*) *qui conservait la sensibilité sans le mouvement volontaire, côté dont la chaleur était plus élevée qu'à l'état normal et dont la sensibilité était morbidement augmentée.* Il importe

d'ajouter que, bien que la sensibilité fût complétement perdue dans le côté droit, *il pouvait néanmoins, à l'aide de la main droite, juger du poids et de la consistance des corps extérieurs*. Au-dessus de la quatrième vertèbre cervicale, le mouvement et la sensibilité des deux côtés étaient parfaitement conservés, et la ligne de démarcation était si nette que l'on pouvait la marquer à l'aide d'un fil entourant le cou. Sa physionomie n'exprimait pas la souffrance, et il n'avait pas l'air malade. Son activité mentale n'était aucunement diminuée. *Sa respiration n'était que légèrement affectée.* Le pouls était à 70, mou, plein et régulier dans les deux bras. Pas de mal de tête, pas de soif, langue propre; l'appétit n'a pas cessé d'être bon; mais il n'a pas pu aller à la garde-robe sans avoir recours à des purgatifs ou à des lavements, et ses matières fécales étaient toujours rendues en petites masses (scyballes), variant en couleur du gris clair au noir foncé. Il dormait peu, mais bien. Il n'a pas transpiré depuis l'accident, bien que sa peau fût souple. Son urine a constamment été normale en quantité, mais il l'expulsait avec un peu d'hésitation, et après quelque temps il s'y déposait un sédiment blanc, crétacé, très-abondant. Je le fis mettre à nu et j'examinai son corps avec grand soin, mais je n'y pus trouver la plus légère apparence de violence ou de maladie. Pourtant, lorsque je pressai sur la dixième vertèbre dorsale, il se plaignit d'une très-légère sensation douloureuse; mais il n'y avait à cet endroit ni gonflement, ni d'autre apparence morbide. Sa tête n'avait aucunement été blessée. — Lorsque je vis le malade pour la première fois, le mode de traitement adopté consistait en purgations de deux en deux jours, avec des lavements stimulants et des vésicatoires le long de la colonne vertébrale. Je proposai l'usage de la noix vomique; nous en donnâmes d'abord cinq grains matin et soir, ordonnant que l'on augmentât la dose chaque jour. De temps en temps on administra des purgatifs énergiques, et la vésication de l'épine fut continuée. Cinq jours après que l'on eut commencé à donner de la noix vomique, il n'y avait pas le plus léger changement. Le matin du sixième jour, la dose étant de vingt grains, il se plaignit de contractions spasmodiques des muscles du côté droit, ainsi que de la face et de la gorge, tandis que dans le côté gauche il y avait de constantes douleurs (*tingling pains*) et une sensation de chaleur extrêmement désagréable dans toute l'étendue des membres et du tronc de ce côté. Nous ordonnâmes que la dose fût augmentée graduellement. Les spasmes devinrent plus violents et parurent de temps en temps dans les muscles du côté gauche aussi bien que dans ceux de droite. A la visite d'hier matin, le onzième jour, la dose étant alors de quarante grains par jour, nous apprîmes que le malade avait été atteint, pendant la nuit, de trismus et de violents mouvements convulsifs des muscles du dos et des membres. Il se plaignait beaucoup aussi d'une sensation de constriction autour de la poitrine et de la gorge, ainsi que de douleurs aiguës dans les membres gauches, sur lesquels il dit qu'il peut maintenant parfois avoir un peu de puissance. En outre, il peut maintenant, quand on enfonce une lancette dans le bras droit, s'apercevoir que quelque chose le touche; mais il ne perçoit aucune sensation distincte de douleur, tandis que le côté opposé (le gauche) a une sensibilité morbide, le plus léger contact ou mouvement y causant une douleur aiguë. Le pouls, à 86, est dur et petit des

deux côtés. Nous ordonnons qu'on supprime l'emploi de la strychnine. (*Edinburgh Medical and Surgical Journal*, n° 83, April 1er, 1825.)

L'auteur de cette intéressante observation, M. Dundas, que nous avons eu le plaisir de voir à Londres, nous a appris qu'il avait perdu de vue le malade peu de temps après avoir rédigé son observation. Il manque malheureusement à ce fait clinique une autopsie montrant que la moitié latérale gauche de la moelle épinière à la région cervicale, au niveau de la deuxième, de la troisième ou de la quatrième paire de nerfs, avait été lésée. Mais tel qu'il est, ce fait a une très-grande valeur, particulièrement si on en compare les détails aux résultats d'une section transversale complète d'une moitié latérale de la moelle épinière à la région cervicale sur un mammifère. Chez le malade de M. Dundas, il y avait, à gauche, paralysie complète du mouvement volontaire, hypéresthésie et augmentation de la température; et à droite, conservation parfaite des mouvements volontaires et du sens musculaire, perte absolue de la sensibilité tactile et de la sensibilité à la douleur, avec diminution de la température, c'est-à-dire tous les symptômes que nous observons chez les mammifères après la section transversale de la moitié latérale gauche de la moelle cervicale, entre la moelle allongée et le renflement cervico-brachial.

Mais l'observation de Dundas a sur les expériences chez les animaux cette supériorité, que l'anésthésie, l'hypéresthésie, le sens musculaire, etc., y ont été reconnus chez un individu qui pouvait parler et dire si sa sensibilité était vraiment perdue d'un côté et plus grande de l'autre qu'à l'état normal, et aussi quels étaient le poids et la consistance des corps, ce qui est la meilleure démonstration de la persistance du sens musculaire.

Comme la lésion, dans ce cas, était à la partie supérieure de la moelle épinière (entre la deuxième et la quatrième paire de nerfs), il est évident que les fibres nerveuses sensitives, servant au sens musculaire, ne s'entre-croisent pas dans la moelle épinière, au-dessous de la troisième ou quatrième paire de nerfs. J'essayerai de démontrer plus loin, par des faits pathologiques et par des expériences, qu'elles s'entre-croisent principalement, sinon entièrement, dans la moelle allongée.

Dans le cas suivant, les principaux symptômes d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière ont été aussi marqués que possible.

OBS. IX. — *Affection de la colonne vertébrale au cou. — Paralysie du mouvement dans les membres du côté* DROIT; *anesthésie à* GAUCHE.

M. C., âgée de 12 ans, fut attaquée de rhumatisme le 5 novembre dernier. Pendant cette maladie, elle eut de la douleur dans le cou et dans le dos, douleur qui persista après la cessation des autres symptômes. Il y a trois semaines sa mère découvrit que le pouvoir moteur du bras droit était diminué. Une semaine après, cette faiblesse du bras s'était augmentée et le membre abdominal était aussi affaibli. Dans le courant de la semaine dernière, les deux membres droits étaient devenus complétement impuissants. Hier matin, pendant qu'on habillait la malade, elle se plaignit de souffrir beaucoup du cou, et subitement elle s'écria que les membres gauches s'étaient engourdis. Cet engourdissement persiste. La micturition et la défécation ne sont pas affectées, excepté que la première de ces fonctions est très-peu fréquente. Le 29 mars, je la trouvai couchée sur son dos, ayant peur du plus léger mouvement de la tête ou du cou, et se hasardant à peine à faire usage de ses membres. Elle indiquait le muscle sterno-mastoïdien droit comme le siege de la douleur. *Les membres supérieur et inférieur* DROITS *étaient complétement paralysés* (*perfectly powerless*), *et il n'y avait aucun mouvement réflexe quand on chatouillait la plante du pied; mais le sentiment paraissait être peu affecté, si même il l'était à un degré quelconque.* Au contraire, *le membre inférieur gauche se mouvait avec autant de liberté que le permettaient la gêne de sa position et la peur qu'elle avait de se mouvoir.* Il en était de même de l'avant-bras; mais les muscles de l'épaule paraissaient être faibles. *La sensibilité était presque complétement abolie dans le membre inférieur* GAUCHE, mais elle était peu altéree dans le membre supérieur gauche. (L'état du tronc n'a pas été noté). Les côtes se mouvaient peu dans la respiration, mais je n'ai pas observé de différence entre les deux côtés. Mais en raison de la position du tronc, cette partie de mon examen est inexacte. — En passant le doigt le long de la colonne vertébrale, on sentait une induration. — Le 1er avril, son état était peu changé; elle n'avait pas bougé de sa position; *la sensibilité du bras gauche était obtuse, et il m'a paru en être de même de celle du bras droit.* Le 8, elle pouvait remuer les doigts du pied droit, et elle avait entièrement recouvré la sensibilité dans les membres gauches. Tout mouvement de son lit, lorsqu'on essayait de le rendre moins dur, causait une vive douleur au cou qui continuait pendant deux heures. En passant ma main à la partie postérieure du cou, je ne trouvai rien que de la rigidité des muscles vertébraux et une sensibilité morbide excessive dans la région des apophyses épineuses supérieures. — Le 26, elle avait recouvré le pouvoir de fléchir le membre inférieur droit, mais elle ne pouvait pas l'étendre après l'avoir fléchi. Le mollet était plus petit que celui du côté gauche, d'un quart à un demi-pouce en circonférence. L'épaule gauche avait réacquis la puissance normale de ses muscles. Les pupilles sont également et considérablement dilatées. — Sa mère prit l'habitude de la faire lever chaque samedi pour la nettoyer, ce qui causait toujours beaucoup de douleurs et empirait l'état de la malade pour deux ou trois jours; son bras (droit) resta paralysé, mais il y eut une amélioration pro-

gressive jusqu'au 17 mai, où, après avoir été levée, elle se plaignit de souffrir plus qu'à l'ordinaire. Cette douleur revint ensuite fréquemment par paroxysmes. Le 21 mai, les paroxysmes ont été moins violents. La douleur existe à la partie postérieure de la tête, à droite de la région occipitale, entre les muscles occipitaux. Quant au mouvement volontaire, elle est à peu près comme elle était le 26 avril. Les pupilles sont maintenant à l'état normal. — Le 16 juillet, elle peut mouvoir un peu la tête; les mouvements respiratoires ont de l'ampleur et s'accomplissent parfaitement: mais la puissance motrice ne s'est pas augmentée à droite. — Le 8 décembre, je la trouvai beaucoup mieux. Durant les trois dernières semaines, elle a pu se tourner dans son lit et s'y asseoir; elle pouvait aussi fléchir et tourner son cou, mais je me suis gardé de chercher jusqu'à quel point elle pouvait faire ces mouvements. Elle avait parfaitement recouvré la puissance motrice dans les membres droits et elle pouvait écrire et coudre de la main droite. La nutrition des membres qui avaient été paralysés s'était rétablie. Mon examen du cou fut encore incomplet, mais je pus trouver un dépôt osseux évident à la région, je crois, des lames des deuxième et troisième vertèbres, surtout à gauche. Les apophyses épineuses aussi ont de beaucoup grossi. (Observation du Dr Russell, de Birmingham, *in The Medical Times and Gazette*, 10 janvier 1863, p. 31.)

Dans ce cas il y a eu évidemment, par suite d'une maladie des os et des tissus fibreux à la région cervicale, une pression sur la moitié latérale droite de la moelle épinière à la partie supérieure du renflement cervico-brachial, produisant, pendant quelque temps, une paralysie complète du mouvement volontaire dans le membre inférieur droit et une anésthésie (presque complète) dans le membre inférieur gauche, c'est-à-dire les deux principaux symptômes que l'on observe dans les membres abdominaux chez les animaux sur lesquels la moelle a été lésée là où nous supposons que siégeait l'altération chez la malade du Dr Russell.

Si l'on admet que les conducteurs des impressions sensitives s'entre-croisent dans la moelle épinière, en partie au niveau et en partie au-dessus du lieu de leur entrée dans ce centre nerveux, on comprend aisément qu'une lésion s'étendant le long des insertions de quelques-unes des paires de nerfs du membre supérieur droit dans la moelle épinière produise de l'anésthésie dans les deux membres thoraciques, ainsi que l'a observé le Dr Russell le 1er avril. C'est aussi ce que j'ai vu sur le malade de l'observation VI. (*Voyez le n° précédent*, p. 139.)

La pression sur la moelle a sans doute changé de siége plusieurs fois pendant le cours de la maladie, car nous voyons

varier les symptômes observés dans les membres thoraciques. Ainsi, par exemple, la sensibilité était peu altérée dans le bras gauche le 29 mars; elle y était obtuse le 1er avril, et, le 8 du même mois, elle était revenue à l'état normal.

Dans les deux cas suivants, la lésion n'a pas été, comme dans les précédents, limitée à une moitié latérale de la moelle épinière; mais ces faits cliniques n'en sont pas moins dignes de notre attention comme matériaux capables de servir à la solution des questions qui font l'objet de ce Mémoire. Je supprime dans ces deux cas des détails qui n'ont aucune relation avec ces questions. Ces observations ont été recueillies par le docteur F.-D. Lente, chirurgien de la fonderie de *West-Point* (*États-Unis*).

OBS. X. — *Fracture des dixième et onzième vertèbres dorsales. — Paralysie du mouvement, surtout* A GAUCHE; *anésthésie, surtout* A DROITE.

B. Mc. G., âgé de 40 ans, tomba de douze à quinze pieds de haut sur son dos, le 9 juillet 1853. Quatre heures après il était pâle; son intelligence était parfaite, son pouls faible. Il se plaignait d'une vive douleur dans le dos et d'engourdissement dans les membres inférieurs. Le membre inférieur gauche était complétement paralysé et le droit presque complétement. En examinant son dos, seul endroit où il eût de la douleur, je trouvai une saillie considérable vers les dernières vertèbres dorsales, partie où une pression causait une grande douleur. Après l'application d'une ventouse le membre gauche gagna un peu de pouvoir moteur et il se plaignit d'une sensation de piqûre dans les deux membres inférieurs. L'anésthésie s'amoindrit évidemment. Le 27 juillet, il n'est guère mieux; mais la sensibilité s'est augmentée d'une manière marquée dans les deux membres. Il se plaint de douleurs s'étendant dans la longueur de ces parties, ainsi que de sensations de piqûre. Il est impossible de maintenir les pieds et les jambes à une température suffisante, même par des frictions et des applications de corps chauds. Il peut fléchir la cuisse droite sur le tronc et la jambe sur la cuisse, mais il ne peut soulever le membre droit tout entier, ni fléchir le pied, ni étendre ou fléchir les orteils. Il y a à peine amélioration dans le membre gauche. L'urine n'est évacuée qu'à l'aide de la sonde et elle est devenue ammoniacale et d'une couleur brun foncé. Le gonflement ayant diminué, la fracture devient évidente. Il y a une projection marquée des apophyses épineuses des dixième et onzième vertèbres dorsales, et il y a encore de la douleur sous la pression. Les muscles des membres inférieurs sont très-amaigris. Le 29 juillet, après l'application d'un courant électro-magnétique, le malade put rendre de l'urine, mais avec beaucoup de douleur et de difficulté. (Après une amélioration considérable, surtout à l'égard de la sensibilité qui était presque complété-

ment revenue le 12 août 1853, l'auteur rapporte ce qui suit, à la date du 14 mars 1854.) Le malade a pu sortir et marcher dans les rues depuis deux ou trois mois. Il peut s'avancer jusqu'à deux cents mètres environ sans avoir le besoin de se reposer. — En mai 1857, à peu près quatre ans après l'accident, le malade gagne sa vie par son travail qui exige qu'il se tienne sur ses jambes une partie du temps et assis une autre partie. Le pouvoir musculaire du membre droit est de beaucoup supérieur à celui du gauche. *Il peut se tenir debout sur le membre* DROIT *seul, mais il ne peut pas en faire autant sur l'autre.* Quand il monte un escalier, il soulève le pied droit et traîne l'autre après lui. Il monte quelquefois deux marches à la fois. D'un autre côté *la sensibilité du membre inférieur* GAUCHE *est de beaucoup plus grande que celle du* DROIT, mais elle est altérée considérablement dans les deux. Il ne peut faire un quart ou un demi-mille sans se reposer. Il ne peut rester au travail plus de quinze ou vingt minutes à la fois. Il lui arrive quelquefois d'être obligé d'évacuer son urine très-souvent dans une journée, mais il n'a pas d'incontinence. Sa santé générale est maintenant meilleure qu'elle n'a été pendant nombre d'années. Il n'y a pas de douleur à la pression au siége de la lésion. La proéminence persiste. Sa démarche est toute spéciale et paraît nécessiter un grand effort; il paraît jeter ses membres en avant tout d'une pièce à partir de la hanche. (*The American Journal of Medical Sciences,* octobre 1857, p. 361.)

Dans ce cas, la moelle épinière, dans ses deux moitiés latérales, a d'abord été soumise a une pression exercée par une ou plusieurs portions des vertèbres brisées, et ensuite le siége d'un ramollissement inflammatoire; mais l'altération due à ces deux causes a été plus considérable dans la moitié droite que dans la moitié gauche. L'auteur, il est vrai, ne mentionne une grande différence entre le degré de la sensibilité du membre inférieur droit et celui du membre gauche qu'à la fin de son observation; mais qu'on lise l'observation de Boyer (voyez le numéro de janvier dernier, p. 137), et l'on verra que si la différence de sensibilité n'a pas été signalée, cela ne prouve en rien qu'elle n'existait pas. Les médecins ne laissent que trop souvent les malades découvrir que leur sensibilité est diminuée.

J'ai fait des expériences sur des animaux pour essayer de me rendre compte de ce qui a eu lieu chez le malade du docteur Lente. Après avoir pressé sur la moelle épinière juste au-dessus du renflement lombaire de manière à léser davantage la moitié latérale gauche que la droite, j'ai constaté l'existence d'une paralysie plus considérable à gauche qu'à droite et d'une anésthésie plus marquée à droite qu'à gauche. J'ai gardé plusieurs mois des cochons d'Inde ainsi paralysés et j'ai vu les symptô-

mes persister, s'augmentant chez quelques-uns, diminuant chez d'autres.

Chez le malade du docteur Lente, le sens musculaire paraît avoir été bien mieux conservé à droite qu'à gauche, tandis que les autres espèces de sensibilité ou au moins la sensibilité au toucher et à la douleur étaient considérablement moins altérées à gauche qu'à droite. Ce fait est donc en parfaite harmonie avec ceux que nous avons rapportés jusqu'ici, qui montrent que les nerfs moteurs ainsi que les fibres nerveuses spéciales qui nous donnent la sensation de l'état de contraction de nos muscles, ne s'entre-croisent pas dans la moelle épinière, tandis que les fibres qui servent aux sensations de douleur, de toucher, etc., s'entre-croisent dans ce centre nerveux.

Nous devons au même médecin l'observation suivante, qui est tout aussi intéressante que la précédente.

OBS. XI. — *Concussion du rachis. Paralysie du mouvement, surtout* A GAUCHE ; *anésthésie, surtout* A DROITE.

Un jeune homme, vigoureux, tomba de trente pieds de haut sur ses pieds et ses fesses, sur un sol crayeux et dur. On le trouva complétement paralysé du mouvement dans les deux membres inférieurs. Il y avait aussi une anésthésie complète du côté droit, à partir d'un peu au-dessous de la crête iliaque jusqu'au pied; mais l'anésthésie n'était pas complète du côté gauche. Il y avait une paralysie complète de la vessie. Il n'y avait de douleur au rachis qu'au milieu de la région lombaire, mais on n'y trouvait aucune altération de forme. (Quatre ans après le malade écrivit ce qui suit.) « Je gardai le lit sept mois après lesquels je commençai à m'asseoir un peu chaque jour. Je pus me tenir debout à l'aide d'un support et marcher dans la chambre à l'aide de deux chaises, au bout de huit mois. Ce n'est qu'après dix-huit mois que je me servis de béquilles. J'ai pu me servir de ma jambe *droite,* de façon à la fléchir sur la cuisse, après quatre mois. J'ai pu évacuer l'urine sans cathéter, après cinq mois, et je n'ai maintenant aucune difficulté à cet égard. Je n'ai aucune douleur, excepté dans le membre inférieur droit, celui qui me sert le plus. J'y éprouve, surtout au genou, une vive douleur qui survient et disparaît rapidement: elle fait soulever mon pied, bien que je ne la ressente pas dans cette partie. *Dans ce membre (le* DROIT*), je ne puis pas sentir une épingle n'importe où je l'enfonce, à partir de la hanche. Dans l'autre membre j'ai presque la sensibilité normale,* et je n'y ai jamais eu de douleur. Je puis fléchir mes membres au genou et à la hanche. *Du côté droit* j'ai cette faculté presque au même degré que les personnes en santé. Je ne puis pas me tenir debout seul. » La virilité du malade n'est pas altérée. Il n'a pas le moindre degré de mouvement volontaire des fléchisseurs ou des extenseurs des pieds. Il dit que pendant quelques mois après l'accident il y a eu

une grande rigidité du genou et de la hanche, et que c'était avec beaucoup de difficulté que l'on opérait la flexion qui causait une douleur considérable. (*The American Journal of the Medical Sciences*, octobre 1857, p. 365.)

Cette observation est malheureusement très-incomplète, et je ne puis pas accepter comme démontrée l'opinion de l'auteur qui croit qu'il y a eu fracture du rachis. Mais qu'il y ait eu fracture ou non, la moelle épinière a été évidemment lésée. Je n'ai pas besoin de dire que les douleurs aiguës, transitoires, que le malade mentionne comme senties dans le membre droit, étaient des douleurs subjectives dont la cause était un état de congestion ou de légère inflammation dans la moelle. Le malade a recouvré le mouvement beaucoup plus vite et à un degré bien plus considérable dans le membre inférieur droit que dans l'autre ; au contraire, la sensibilité, complétement perdue dans le membre droit après l'accident, paraît n'y avoir rien gagné pendant quatre ans, tandis qu'elle existait dans le membre gauche presque comme à l'état normal. Je me suis assuré qu'une lésion des cordons antérieurs et latéraux et de la substance grise de la moelle, des deux côtés, mais plus considérable à gauche qu'à droite, à la hauteur de la première paire de nerfs des membres inférieurs, détermine chez les animaux exactement les mêmes symptômes que chez ce malade. Je n'insisterai pas ici sur un point important dans l'histoire de ce malade, à savoir que la lésion de la moelle épinière était au-dessous de l'origine des nerfs de la vessie et des organes génitaux. Je ne dirai rien de plus à cet égard, car cette particularité ne rentre pas dans le sujet de ce Mémoire.

Le cas suivant serait bien plus important que les précédents si l'auteur, le docteur H. V. Carter, n'avait manqué de précision.

OBS. XII. — *Anésthésie à la douleur, au toucher, au chatouillement et à la température, avec conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire* A GAUCHE ; *paralysie et conservation de la sensibilité* A DROITE.

J. de S., indo-européen, 35 ans, fut admis à l'hôpital à une heure du matin, le 27 janvier 1860. On l'avait trouvé couché ivre, après une chute de huit ou dix pieds de haut. — A sept heures, il est revenu à lui ; mais, excepté la tête et le cou, le corps entier paraît être paralysé. La respiration est diaphragmatique, le thorax restant sans expansion. Il ne peut mouvoir

ni les membres du côté droit, ni le bras gauche; mais la sensibilité persiste. Pas de symptômes céphaliques. Pouls lent et régulier. — A cinq heures du soir, il peut mouvoir un peu le membre inférieur droit. — Le 28, même état, sensation de froid et fourmillement dans les bras. Urines et selles évacuées involontairement. Pas de chaleur à la peau, ni de différence de température entre les deux côtés du corps. — Le 30, le mouvement revient dans tous les membres, excepté le bras droit; il peut placer le bras gauche à angle droit avec le corps, mais ne peut pas faire plus. Légères douleurs à la pression sur les dernières vertèbres cervicales, mais pas de déplacement ni d'irrégularité. — Le 2 février, le bras droit encore complètement paralysé. Douleurs générales. — Le 4, il semble y avoir de l'hypéresthésie dans les membres supérieurs et dans le tronc surtout du côté droit. — Le 1er mars, *de l'anesthésie, qui s'était déjà montrée depuis le début dans les membres et le tronc du côté* GAUCHE, *devient beaucoup plus évidente. Il n'y a pas de paralysie du mouvement de ce côté.*

Juin. Voici quel est son état actuel : La plupart des fonctions s'opèrent bien. La tête, le cou et l'extrémité supérieure du thorax ne sont aucunement affectés; mais du côté GAUCHE on note les symptômes suivants : *il y a anesthésie du tronc à partir du niveau du mamelon jusqu'au pied,* s'étendant en avant et en arrière jusqu'à la ligne médiane; le bras du même côté est aussi affecté et ce membre est presque tout entier dénué de sensibilité. *Le pouvoir moteur est à peine diminué dans ces parties,* qui sont pourtant évidemment faibles. On produit aisément des mouvements réflexes surtout dans le membre inférieur, par la simple application du pied sur le sol ou par le chatouillement. *Du côté* DROIT *le tronc et les membres sont atteints de paralysie,* le bras surtout, tandis que *toutes les espèces de sensibilité persistent intactes dans ces parties.* Les membres droits sont parfois rigides. La paralysie du mouvement paraît occuper à droite les mêmes parties qui sont atteintes d'anésthésie de l'autre côté.

Un examen attentif et répété donne les particularités suivantes, à gauche : *l'anésthésie est complète, il y a perte de la sensibilité tactile; le chatouillement n'est pas senti; on ne peut pas causer de douleur et le malade ne distingue pas les corps chauds des corps froids.* Il peut reconnaître les deux pointes d'un compas à une distance de moins d'un demi-pouce; mais sur toutes les parties de la poitrine, *à gauche,* au-dessous du niveau du mamelon, il y a perte complète de cette faculté (de discerner les deux pointes) et même de toute sensibilité. A l'égard de la température une petite plaque métallique trempée dans l'eau froide et appliquée sur la poitrine, etc., ne produisit qu'une sensation de grande chaleur. Quand il se baigne dans de l'eau froide, il a cette sensation dans tout le côté (gauche); mais il ne peut distinguer les degrés de chaleur, et presque toutes les espèces d'irritation produisent là cette sensation de chaleur.

Le courant galvanique se fait sentir à la peau et affecte les muscles. mais moins que dans le côté opposé; mais il est douteux qu'il y ait de la douleur à la peau. C'est à la cuisse que ces effets du galvanisme s'observent le mieux. Dans le même coté, le GAUCHE, *il ne semble pas que le sens musculaire soit grandement affecté; il reconnaît quel est l'état des muscles du bras, il peut saisir un petit objet à l'aide de ses doigts*

et peut aisément distinguer un objet léger d'un objet lourd. Une sensation de chaleur se produit dans les doigts quand ils sont placés contre un objet quelconque et il ne peut se servir d'une plume pour former une lettre. La face palmaire des deux premières phalanges des doigts est moins engourdie que leur extrémité. Les membres (gauches) sont faibles; il ne peut empoigner avec force. Le côté anésthétique est souvent plus chaud au toucher que le côté paralysé. Il n'y a d'atrophie ni d'un côté ni de l'autre.

A l'égard de l'étendue de l'anésthésie, elle est maintenant moins marquée à la face antérieure du bras et de l'avant-bras et plus marquée à la paume de la main (1). La partie antérieure de l'abdomen, près de la ligne médiane, commence à devenir sensible. *Les régions lombaire et fessière et le membre inférieur sont presque partout privés de sentiment.* Cette différence de degré de sensibilité s'explique aisément par la supposition que les nerfs de la partie supérieure du plexus brachial ne sont pas affectés (le médian, le cutané interne, etc.).

La démarche du malade est instable et assez singulière du côté anésthétique : le bras semble pendant, et comme s'il n'était pas une partie de l'individu; la jambe tremble sous lui. Du côté droit il y a les symptômes ordinaires de l'hémiplégie, moins évidents à la jambe qu'au bras.

En septembre, il eut une attaque de vertige avec perte temporaire de la vue de l'œil gauche.

En octobre, il dit que tout le long de la partie postérieure du membre inférieur et du tronc, et à la plante du pied, la sensibilité est encore absente *(in abeyance)*, tandis qu'à la partie antérieure du tronc et du membre inférieur et au dos du pied la sensibilité est revenue. La paralysie du mouvement est de beaucoup diminuée; il marche bien *(quite steadily)*. (*Transactions of the Medical and Physical Society of Bombay*. N° 6, New Series, 1861, p. 3 à 10. Appendix.)

Le malade de l'observation qui précède a probablement eu une commotion de la moelle épinière, qui a causé d'abord les symptômes de paralysie sans anésthésie notés par l'auteur. Après quelque temps un état congestionnel, sinon inflammatoire, a commencé dans la moelle épinière, n'y occupant qu'une petite partie de cet organe. Les symptômes spéciaux qui nous intéressent se sont alors montrés : conservation des mouvements volontaires et perte des diverses espèces de sensibilité, excepté le sens musculaire à gauche et paralysie des mouvements volontaires, avec conservation des diverses es-

(1) A peine distingue-t-il les deux pointes d'un compas, mais le chatouillement n'est pas senti au-dessous du coude à la face antérieure; le froid peut là se faire sentir; la paume de la main est moins sensible. Les parties du bras animées par les branches inférieures du plexus brachial, le musculo-spinal, etc., sont presque absolument anésthétiques.

pèces de sensibilité à droite. Il est à regretter que l'auteur ne nous ait pas donné des détails plus précis et plus nombreux sur les applications du compas. Ainsi il ne nous dit pas dans quelle partie du corps les deux pointes de cet instrument pouvaient être reconnues, quand elles étaient à une distance de moins d'un demi-pouce. Il ne nous dit pas non plus si l'hypéresthésie du membre supérieur droit a existé dans toutes les parties de ce membre, et il se borne à signaler la persistance de toutes les espèces de sensibilité dans le tronc et les membres à droite. Quoi qu'il en soit, cette observation a plus de valeur que plusieurs autres, en ce que l'auteur a examiné l'état de diverses espèces de sensibilité dans les deux côtés du corps.

L'état de la chaleur animale semble n'avoir pas attiré l'attention de l'auteur durant les premiers mois de la maladie. Il n'a pas non plus signalé l'état de la peau et des ongles.

Je pourrais peut-être me borner aux faits mentionnés ci-dessus et à ceux rapportés dans le précédent numéro et passer, dès à présent, aux conclusions qui en ressortent; mais je crois devoir auparavant rapporter quelques autres faits cliniques, presque tous observés par moi-même et pour lesquels je n'ai pas de place ici. Ces nouveaux faits se trouveront dans un autre article où je les placerai en regard d'autres faits cliniques qui montrent où se fait l'entre-croisement des conducteurs qui nous donnent la sensation de l'état de contraction de nos muscles (conducteurs du sens musculaire), et qui montrent aussi que ces conducteurs passent par la protubérance annulaire et non par le cervelet.

Dans le prochain article je rapporterai aussi les résultats de mes expériences à l'égard du rôle de la moelle épinière dans les mouvements respiratoires, et je ferai voir combien ces résultats sont d'accord avec les faits cliniques.

(*La suite au prochain numéro.*)

DE L'ABSORPTION DES MÉDICAMENTS PAR LA PEAU SAINE

PAR LE DOCTEUR

DELORE

Chirurgien en chef désigné de l'hôpital de la Charité de Lyon.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Tous les jours on fait dans la pratique médicale un emploi considérable de pommades, de liquides et d'applications diverses sur la peau saine, soit pour amener la résolution d'une tumeur, soit pour introduire dans l'économie des principes médicamenteux, soit pour éteindre des douleurs névralgiques.

Cet usage est si général qu'il me semble impliquer l'espoir que les substances qu'on dépose par divers procédés à la surface de l'épiderme vont pénétrer à travers le tégument cutané. Or la chose vaut la peine qu'on y regarde de près, et il est important de savoir si la peau est perméable et quelle est la valeur d'une méthode si répandue et si populaire.

Si j'ai entrepris la révision d'une question qui a été l'objet de tant de recherches et sur laquelle je ne pouvais songer à émettre beaucoup d'aperçus nouveaux, c'est qu'il m'a paru y avoir une grande divergence dans l'opinion des médecins qui se sont occupés de la question même à un point de vue purement scientifique.

Je me propose dans ce travail de grouper méthodiquement les faits que j'ai observés, d'essayer d'en déduire des conséquences rigoureuses et d'introduire un peu de précision dans nos connaissances relativement à l'absorption cutanée.

HISTORIQUE.

De tout temps la méthode iatraliptique a été en grand honneur. Hippocrate, Dioclès, Théophraste, Diagoras, Asclépiade

et Arétée, croyaient à l'absorption cutanée. Celse employait la scille en frictions comme diurétique. Bayle purgeait en appliquant divers médicaments sur la peau, Kennedy coupait ainsi la fièvre avec des préparations de quinquina.

Au commencement de ce siècle, Chrestien, de Montpellier, fit sur cette question de nombreuses expériences toutes concluantes d'après lui, et qui obtinrent l'assentiment de Barthez.

Le Dictionnaire des sciences médicales peut servir de base pour montrer quelles étaient les croyances médicales en 1818.

A cette époque, elles sont empreintes d'une crédulité sans bornes. La constitution anatomique de la peau était du reste très-imparfaitement connue : on croyait la peau très-favorable à la méthode iatraliptique, parce qu'elle offrait beaucoup de bouches absorbantes qui s'emparaient des principes de l'air et des fluides en contact.

Alibert était très-crédule aussi. Ayant fait frictionner le ventre d'une nourrice avec un mélange de scammonée, de coloquinte et de calomel, et l'enfant qu'elle allaitait ayant été purgé, il conclut à l'absorption. Un fait de cette nature me paraît dénué de valeur, l'enfant avait peut-être avalé une certaine quantité du médicament. Richard de La Prade obtint le sommeil avec 300 gouttes de laudanum déposées sur la peau. Cependant la teinture d'opium échoua dans les expériences de Chiarenti, de Valli et Bréra, qui attribuent une grande importance aux dissolvants choisis pour déterminer l'absorption ; suivant eux, elle est favorisée par le suc gastrique employé comme véhicule. Chiarenti dit avoir purgé avec une pommade à la rhubarbe.

Ainsi, comme on le voit, les propriétés absorbantes de la peau ne faisaient pas l'objet du moindre doute dans l'esprit de la plupart des médecins de la première moitié de ce siècle.

Prunelle avait même établi la différence de dose du médicament administré à l'intérieur ou à la surface de la peau. Dans ce dernier cas, elle devait être onze fois plus forte.

Les physiologistes se sont aussi occupés de cette intéressante question.

Collard de Martigny tint ses mains plongées dans l'eau, et en constata la diminution. Il en fut de même de Séguin après un bain de trois ou quatre heures. Dill, Berthold, Madden, ont obtenu un semblable résultat. Collard pense que la peau pourrait, au besoin, remplacer les organes digestifs en absorbant le

lait et le bouillon. Currie s'éleva contre cette opinion. Haller, Sœmmering, crurent à l'efficacité des purgatifs et des anthelmintiques. Bradner Stuart se baigna pendant deux heures et demie dans une infusion saturée de garance, et son urine se colora en rouge vif par l'addition de carbonate de potasse. Un emplâtre d'ail appliqué sous les aisselles donna à l'expiration une odeur alliacée malgré le soin de l'expérimentateur de respirer au dehors au moyen d'un tube.

Séguin, Currie, Falquener, Alexander, firent sur l'absorption de l'eau des bains des recherches qui semblent peu concluantes à Muller. Abernethy et Bichat cherchèrent à prouver que la peau absorbe les gaz. Magendie démontra l'absorption du camphre.

Il me serait difficile de donner un exposé fidèle des croyances actuelles relativement à l'absorption des pommades et des emplâtres; car peu de travaux ont été faits à ce sujet : presque toutes les recherches modernes ont trait à l'absorption par les bains, et les résultats de MM. Duriau, René Briau, Berne, Gailleton, Demarquay et Willemin, sont tellement contradictoires en plusieurs points, qu'il est difficile de se créer une opinion bien fondée.

L'absorption de la plupart des médicaments par la peau semble encore chose douteuse aux yeux d'un certain nombre de médecins; toutefois, il y a dans la science un grand nombre de faits qui tendent à prouver que cette absorption est réelle; mais il ne faut point croire qu'il suffise de placer à la surface de la peau une substance quelconque pour qu'elle pénètre immédiatement dans l'intérieur de l'organisme.

La vérité, je vais tâcher de le démontrer, se trouve entre une crédulité facile et un scepticisme trop absolu.

MANIÈRE D'ENVISAGER LA QUESTION.

Je ne veux point parler ici de la peau dénudée de son épiderme, soit par la méthode vésicante, soit par une maladie quelconque, car dans ce cas l'absorption est incontestable.

Je veux m'occuper uniquement de la question de savoir si la peau saine est susceptible d'absorber les médicaments avec lesquels on fait des frictions ou des lotions, et dans le

cas où l'absorption serait un fait patent, j'essayerai de chercher quelles sont les conditions du phénomène.

La surface de la peau est constituée par des cellules complétement sèches, adhérentes les unes aux autres par une juxtaposition des plus intimes, et cette application des plus exactes est encore favorisée par les frottements sans cesse répétés auxquels toute la superficie de notre corps est constamment soumise.

De plus, ces cellules se trouvent, dès leur naissance, imbibées par une matière grasse et onctueuse qui les rend très-inaptes à la pénétration des liquides aqueux. Ce fait est du reste d'une constatation vulgaire; il suffit de plonger le bras à plusieurs reprises dans l'eau, et constamment on voit des parties qui n'ont point été mouillées par le liquide.

Les muqueuses, qui jouissent d'une absorption si énergique, ont une constitution anatomique bien différente; leur épithélium est mince, l'imbrication surtout des cellules cylindriques n'est point aussi parfaite, il y a une humidité constante qui les pénètre et qui entretient leur mollesse, aucune glande sébacée n'empêche l'endosmose et l'imbibition.

L'absorption est-elle favorisée par les milliers d'orifices des glandes sudoripares? C'est là une question difficile à résoudre. Ces orifices sont habituellement fermés par un sphincter musculaire qui ne permet que difficilement d'en forcer l'ouverture. Je pense que c'est là cependant la porte d'entrée de certaines substances.

Dans mes expériences, je distinguerai soigneusement l'effet médical ou thérapeutique de l'effet physiologique. Ainsi je me garderai bien de mettre en doute les propriétés médicatrices des pommades et des emplâtres; les propriétés sédatives des cataplasmes, le pouvoir résolutif du chlorhydrate d'ammoniaque et les vertus toniques des bains de mer ou des eaux minérales.

Ces effets médicaux sont incontestables, mais il y a là plusieurs éléments dont il faut tenir compte : ainsi la friction s'accompagne d'une certaine pression et d'un développement de chaleur; une pommade fait un enduit protecteur; un emplâtre entretient l'uniformité de température, voilà des conditions qui ne me semblent point indifférentes pour modifier la circulation de la peau, et activer la résolution de produits morbides épan-

chés au-dessous d'elle, et cependant ces conditions sont étrangères à l'absorption des principes actifs du médicament.

Je n'ai garde de nier l'absorption, trop de faits m'ont prouvé sa réalité. Cependant voici de quelle manière on peut expliquer l'action de certains médicaments :

Les substances émollientes, les cataplasmes, les huiles, par leur chaleur, par leurs principes mucilagineux relâchent les tissus enflammés, et les papilles moins resserrées éprouvent de moins vives douleurs.

Les narcotiques, tels que le laudanum, le chloroforme et l'atropine, peuvent pénétrer au contact de la papille et produire une anesthésie locale. Ils calmeraient donc, non par absorption mais par une simple action locale.

Les résolutifs tels que le chlorhydrate d'ammoniaque, l'iodure de potassium agiraient, par excitation de la papille, déterminant vraisemblablement sous la peau une activité circulatoire plus grande qui produit des effets curateurs.

Il en est de même des bains de mer et des bains de Baréges; la stimulation générale qu'ils produisent s'adresse aux nerfs périphériques : ils n'agiraient donc point, comme le croient beaucoup de médecins, par l'introduction de principes dans l'économie. Leur rôle aurait quelque analogie avec celui de l'électricité ou de la friction sèche. L'excitation de la papille du derme retentit profondément sur le système nerveux, modifie la circulation et peut amener la résolution des produits inflammatoires épanchés. Ces idées peuvent paraître rationnelles actuellement qu'on connaît mieux l'influence du système nerveux sur les phénomènes de la circulation.

Ainsi donc, quand une substance unie à l'eau ou à un véhicule quelconque agit, je pense qu'elle impressionne habituellement d'une manière *physique* les papilles, ou tout au plus qu'elle pénètre jusqu'à elles après une lente imbibition de l'épiderme.

Je crois donc que le plus souvent le médicament s'arrête à la surface de la peau et que son absorption est exceptionnelle.

PROBLÈME A RÉSOUDRE.

Je me suis posé le problème suivant :

Un médicament étant administré par la méthode iatraliptique, y a-t-il absorption? J'appelle médicament absorbé un mé-

dicament qui a traversé l'épiderme, qui s'est introduit dans les vaisseaux du derme et dont on retrouve la trace évidente dans l'organisme. Telle est la manière dont j'envisage la question. Or, il y a deux procédés pour résoudre ce problème.

Le *premier* est médical, et c'est le plus répandu : il considère l'effet produit sur la maladie par l'application du remède.

Ce mode est peu scientifique ; j'ai déjà expliqué plus haut que des éléments autres que l'introduction du médicament pouvaient rendre compte de la guérison d'une tumeur ou d'une névralgie. L'expérience thérapeutique donne de trop fallacieux résultats.

Le *second* procédé est de s'assurer de la présence du médicament dans l'économie par une *observation physiologique* ou une *réaction chimique*. La belladone, par exemple, se décèle par la dilatation papillaire ; les préparations hydrargyriques, par la salivation mercurielle ; l'iode se retrouve dans les urines ainsi que le cyanure jaune. Ce sont là les seuls réactifs physiologiques ou chimiques que j'aie adoptés dans mes recherches.

Je ne m'abuse en aucune façon sur la portée d'une semblable manière d'agir. Il y a une limite à la puissance des réactifs, et cette limite, je ne puis avoir la prétention de la franchir ni même de la déterminer toujours d'une manière bien précise.

Il est incontestable, par exemple, que le mercure a déjà été absorbé avant de produire la salivation, et qu'une quantité très-faible d'iode peut être introduite dans l'économie sans qu'on puisse en reconnaître la présence dans l'urine. Mais je crois que les hypothèses plus ou moins homœopathiques doivent être rejetées du domaine purement scientifique, et qu'on ne doit conclure que des faits qu'on observe directement.

Je repousse complétement l'opinion que l'iode pourrait être absorbé et ne pas se montrer dans l'urine, car j'ai réussi à reconnaître d'une manière très-manifeste dans les urines la présence de 1 centigramme d'iode administré à l'intérieur. Au-dessous de cette quantité les réactions m'ont paru douteuses. Je n'ai jamais pu constater l'action élective des glandes salivaires pour l'élimination de l'iodure de potassium ; avec des précautions on retrouve aussi bien l'iode dans les urines que dans la salive.

On peut se poser la question suivante :

Une très-petite quantité de médicament peut-elle pénétrer

directement dans une tumeur sous-cutanée, un goître, par exemple, et y déterminer des phénomènes de résolution, sans y avoir été portée par la circulation générale?

La chose me semble à la rigueur possible, quoique difficile; la tumeur est séparée de la peau par du tissu cellulaire et le peaucier, et les veinules de cette région ne mènent point habituellement leur sang dans la tumeur. La circulation de la surface de la tumeur et de la peau sont complétement indépendantes. On peut en dire autant pour les tumeurs du sein et une foule d'autres. Il me paraît donc fort problématique que le médicament puisse agir d'abord sur la tumeur avant d'y avoir été rapporté par la circulation générale.

MODE D'EXPÉRIMENTATION.

Voici les précautions que j'ai adoptées pour avoir des résultats positifs :

J'ai pensé que l'iodure de potassium était le type des médicaments sur lesquels je pouvais faire des recherches; en effet, il est très-soluble et se décèle avec une grande facilité, puisqu'il est possible de reconnaître un centigramme d'iode.

Je suis donc autorisé à le considérer comme un type, et je crois que je puis étendre aux autres médicaments qui sont dans la même catégorie que lui les raisonnements que j'ai faits à son sujet.

J'ai employé, pour reconnaître l'iodure de potassium dans les urines, l'amidon et l'acide sulfo-azoteux; c'est de l'acide sulfurique dans lequel on a fait passer un courant de bioxyde d'azote, c'est le plus sensible de tous les réactifs que je connaisse.

Il faut que l'amidon soit suffisamment cuit, sans cela sa sensibilité est faible. Une précaution importante, c'est de bien choisir le *moment* pour ne pas laisser échapper l'iode des urines; c'est en général de cinq à six heures après la friction que les urines ont été trouvées chargées du maximum d'iodure, mais pour éviter toute chance d'erreur, les essais ont été répétés très-fréquemment.

En m'entourant de toutes ces précautions, j'ai pu réunir un certain nombre de faits observés avec rigueur : tous ceux qui ont laissé dans mon esprit quelque doute sur l'authenticité du résultat ont été sacrifiés sans hésitation.

Peut-être sera-t-on étonné du grand nombre d'expériences qu'il m'a été possible de faire sur l'absorption et que j'évalue à plus de mille. On pourrait croire qu'il a fallu violenter beaucoup les malades pour les soumettre à cette pratique ; il n'en est rien cependant. Le malade, le malade lyonnais du moins, est grand amateur de la friction ; il lui attribue volontiers des vertus qu'elle n'a pas, et même un soulagement problématique à ses douleurs : aussi, dès qu'on oublie de donner la friction elle est bien vite réclamée.

Dans toutes mes expériences je me suis bien gardé de toucher en quoi que ce soit au domaine des affections cutanées ; je n'ai jamais voulu parler que des cas où la peau ne présentait aucune altération : aussi, toutes les fois qu'une éruption s'est développée pendant la friction, je n'ai jamais manqué de le faire noter sur l'observation et d'attribuer quelquefois même à cet accident la pénétration du médicament.

EXPÉRIENCES.

1° POMMADE A L'IODURE DE POTASSIUM.

Observation 1. Étienne Pella, âgé de 21 ans, entre le 26 avril 1860 pour se faire traiter d'engorgements strumeux de la région sterno-mastoïdienne droite. La tumeur, qui a débuté, il y a six ans, a acquis le volume d'une demi-orange. Le 27 avril, friction sur tout le cou avec de la pommade à l'iodure de potassium ; le lendemain, on ne trouve pas de trace d'iode dans les urines, on continue les frictions. Le 29, on obtient une coloration violacée. Le 30, coloration d'un bleu manifeste. Le 1er mai, elle est devenue d'un bleu très-intense.

Obs. 2. Jaru, âgé de 19 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 13, le 24 mai 1860. Il est affecté d'un abcès ossifluant au niveau des côtes inférieures gauches. Le 27 mai, il fait des frictions sur la partie malade pendant trois quarts d'heure ; le lendemain, on trouve des traces d'iode. Nouvelle friction. Le 29, on obtient une réaction peu évidente. Les frictions sont continuées le jour suivant avec le plus grand soin ; mais on ne constate plus rien dans les urines.

Obs. 3. L. Dorothée, âgée de 36 ans, entre salle Saint-Paul, n° 54, le 1er mai 1860. Elle est affectée de deux abcès par congestion, provenant d'une gibbosité vertébrale. L'un existe dans la fosse iliaque droite, l'autre à la région lombaire du même côté. La malade fait des frictions avec de la pommade à l'iodure de potassium sur les deux abcès. Le 15 mai, on ne trouve aucune trace d'iode dans les urines. Le 18 mai, un nouvel examen donne également un résultat négatif. Les jours suivants, la malade se

frictionne de nouveau pendant une demi-heure chaque soir sur ces abcès et même sous les aisselles; mais, le 24 mai, on ne trouve pas d'iode dans les urines.

Obs. 4. J. Targue, âgé de 15 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 6, le 27 juin 1860. Il a un abcès par congestion de la cuisse droite. Pendant plusieurs jours de suite, il se fait des frictions avec de la pommade à l'iodure de potassium. Il est impossible de constater le passage de l'iode dans les urines.

Obs. 5. F. Lefaure, âgé de 22 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 35, le 5 mai 1860. Un écrasement des doigts a nécessité l'amputation des deux dernières phalanges du médius gauche; de plus, ce malade a des glandes strumeuses de la région sous-maxillaire droite. Le 9 mai, application de 10 grammes de pommade à l'iodure de potassium sur l'abdomen; le lendemain, cette application est répétée, mais on ne constate rien dans les urines. Les jours suivants, on fait des frictions étendues sur l'abdomen sans obtenir aucun résultat. L'examen, six fois répété des urines, n'a pas permis d'y reconnaître la moindre trace d'iode.

Obs. 6. P. Perenin, âgé de 66 ans, entre dans la salle Saint-Sacerdos, n° 66, le 13 mai 1860. Il est affecté d'une tumeur du volume d'une orange dans la région dorsale gauche. On lui fait faire pendant plusieurs jours de suite et quarante-cinq minutes chaque fois, des frictions avec la pommade à l'iodure de potassium. L'examen des urines donne un résultat nul.

Obs. 7. J. Trambouze, âgée de 21 ans, entre salle Sainte-Marthe, n° 21, le 30 juillet 1860. Elle présente un gonflement strumeux des extrémités inférieures du radius gauche et du tibia droit. Comme elle a fait déjà il y a plusieurs mois un traitement à l'iodure de potassium, on examine ses urines pour voir si elles contiennent de l'iode, mais on n'en trouve aucune trace. Le 1er août et les jours suivants, elle se frictionne avec la pommade à l'iodure de potassium; mais on ne trouve ensuite rien dans les urines et la salive. Le poignet est ensuite traité par la cautérisation au fer rouge.

Obs. 8. J. Batigne, âgé de 24 ans, entre à Saint-Sacerdos, n° 15, le 14 janvier 1861. Il est affecté de périostite en plusieurs points du corps; sa constitution est très-délabrée. Quelque temps avant son entrée, il a subi un traitement par l'iodure de potassium à l'intérieur, mais ses urines ne contiennent point d'iode. On lui fait faire des frictions répétées plusieurs jours de suite dans le pli des aines avec de la pommade à l'iodure de potassium; mais aucune absorption ne paraît s'être produite si l'on s'en rapporte à l'examen des urines. Le 5 février, le malade ayant pris une pilule contenant 75 milligrammes d'iodure de potassium, on constate dans les urines la réaction évidente de l'iode.

Obs. 9. J. Tarbout, charron, âgé de 24 ans, est affecté d'un bubon à la suite d'un traumatisme. Le 4 avril, frictions sur l'aine avec la pommade à l'iodure de potassium. Le 6 avril, teinte rosée. Le 8 avril, violet foncé.

Obs. 10. Au n° 71 de Saint-Sacerdos, entre, le 3 janvier 1862, un malade âgé de 31 ans, affecté d'une ankylose du coude. En trois jours il use en frictions 30 grammes de pommade contenant 4 grammes d'iodure de

potassium. Au bout de ce temps, on obtient une coloration violacée dans les urines.

Ainsi sur dix malades qui ont été frictionnés avec de la pommade à l'iodure de potassium, trois seulement ont présenté des signes évidents d'absorption de l'iode; chez un quatrième l'urine a renfermé de l'iodure d'une façon passagère.

Pendant certaines périodes de temps l'axonge de l'Hôtel-Dieu est d'une rancidité prononcée, voici quelques expériences qui ont été faites avec elle.

2° POMMADE A L'IODURE DE POTASSIUM RANCE.

Obs. 11. J. Barnend est atteint d'une adenite inguinale légère; il se frictionne avec la pommade rance. Le quatrième jour, 15 avril, teinte rougeâtre dans les urines.

Obs. 12. H. Perroud, âgé de 21 ans, affecté d'une adenite; il se frictionne avec la pommade à l'iodure de potassium. Le 23 avril, c'est-à-dire le troisième jour, on trouve dans les urines une belle coloration violacée.

Obs. 13. J. Livet, âgé de 22 ans, entre le 15 avril. Il est affecté d'une adenite inguinale traumatique. On fait faire des frictions avec la pommade à l'iodure de potassium, et le lendemain on obtient une très-belle coloration violacée.

Ces trois observations m'ont fourni un résultat inattendu. La rancidité de l'axonge semble faciliter l'introduction de l'iodure de potassium à travers l'épiderme. Je rapprocherai plus tard ces faits d'autres analogues et j'essayerai d'en donner l'explication.

J'ai examiné cette pommade et j'ai constaté qu'elle contenait de l'iode libre, car elle colore en bleu l'amidon sans addition d'acide, et un papier amidonné bleuit si on l'expose aux vapeurs iodées qu'elle dégage.

3° POMMADE IODÉE (du codex).

Obs. 14. F. Bru, âgée de 19 ans, entre, salle Saint-Paul, le 19 décembre 1860, pour une kératite; elle se fait des frictions sur le cou avec de la pommade iodée. Au bout de cinq jours on ne trouve rien dans les urines.

Obs. 15. M. Bastien, âgée de 35 ans, est affectée d'un kyste en bissac des gaînes tendineuses du poignet; elle fait sur tout l'avant-bras des frictions avec la pommade iodée. On ne trouve rien dans les urines.

L'expérience suivante est destinée à servir de contre-épreuve.

Obs. 16. J. Batigne, cordonnier, âgé de 24 ans, a sur le genou droit deux petites plaies. On fait des pansements avec la pommade iodée, et le lendemain on trouve dans les urines une belle coloration violette.

Obs. 17. J. X***, âgé de 45 ans, est affecté d'un cancer de la langue et du pharynx, on lui fait faire sur le cou, sur les épaules et aux aisselles des frictions avec la pommade iodée. Malgré l'abondance des frictions avec 30 grammes de cette pommade, on ne trouve au bout de cinq jours que des traces d'iode dans les urines. Le sixième et le septième jour les frictions ayant été faites avec plus d'énergie on obtient une coloration violacée.

Obs. 18. Salle Saint-Sacerdos, n° 12, engorgement des ganglions parotidiens et sous-maxillaires. Frictions sur le cou avec 20 grammes de pommade à l'iodure de plomb. Résultat nul. Pendant huit jours le malade se frictionne ensuite avec de la pommade iodée. Sans résultat. M. Michaud, chargé de surveiller l'observation, lui recommande alors de se frictionner avec plus d'énergie, et le lendemain on constate une belle coloration bleue.

Obs. 19. Bridel, âgé de 50 ans, affecté de douleurs rhumatoïdes, se frictionne vigoureusement la cuisse avec une pommade contenant 6 grammes d'iodure de plomb pour 30 grammes d'axonge. Résultat nul.

La pommade iodée est une pommade qui donne des résultats très-variables, car elle s'attache à l'épiderme, forme avec lui une croûte solide et empêche toute absorption ultérieure. J'ai fait des expériences sur le dégagement de l'iode par cette pommade; il en résulte qu'elle dégage de l'iode à la température ordinaire et à plus forte raison en dégagera-t-elle quand elle sera employée en frictions sur le corps.

Il est donc possible que l'iode s'introduise quelquefois par les voies respiratoires.

4° BAUME DE LAUSANNE.

Alcool	128
Savon animal	20
Iodure de potassium	16

Ce mélange rentre dans la classe des saponés, qui tous semblent favoriser l'absorption d'une manière remarquable. Il est vulgairement connu sous le nom de baume hydriodaté, nom qui m'a paru impropre.

Obs. 20. M. P***, âgé de 19 ans, affecté d'un engorgement léger du corps thyroïde, se frictionne avec le baume de Lausanne; le premier jour il en emploie à peu près 3 grammes et les jours suivants 6 grammes sur le cou et la poitrine. Le troisième jour seulement on obtient une coloration

violette très-prononcée, mais les frictions ont produit une cuisson assez vive, juste au moment où la réaction des urines devenait positive, cependant il n'y a pas de trace d'excoriation.

Obs. 21. P. Deshons, tailleur de pierre, âgé de 18 ans, affecté d'une arthrite strumeuse du poignet droit, se frictionne la main et le bras avec le baume de Lausanne le 2 mars 1861. Le lendemain on trouve une belle teinte violette dans les urines; elle continue les jours suivants.

Obs. 22. J. Cambet, voiturier, âgé de 57 ans, entré le 9 mars pour une tumeur du bras gauche, se frictionne le 12 mars avec le baume de Lausanne. Le 13, légère coloration rougeâtre dans les urines; le 14, la teinte est beaucoup plus prononcée.

Obs. 23. F. Palluy, cordonnier, âgé de 16 ans, entré le 2 mars 1861 pour un engorgement strumeux des ganglions sous-maxillaires, se frictionne le 11 avec du baume de Lausanne. Les jours suivants la teinte de l'urine est légèrement rougeâtre; elle ne devient jamais violacée (tempérament mou).

Obs. 24. J. B., âgée de 18 ans, entrée salle Saint-Paul, n° 73, pour une ankylose incomplète de l'épaule gauche. On lui fait faire des frictions avec le baume de Lausanne. Dès le lendemain les urines donnent une réaction bleue manifeste.

Obs. 25. J. Rabot, âgé de 56 ans, entré le 21 février 1861 pour des douleurs dans l'épaule droite. On lui fait faire sur tout le bras des frictions avec le baume de Lausanne. Le lendemain on trouve une légère teinte rougeâtre dans les urines. Deux jours après, la coloration est violette. Un troisième examen donne une réaction semblable.

Obs. 26. R. Moulin, âgé de 24 ans, se frictionne sur les jambes et l'abdomen avec le baume de Lausanne plusieurs fois par jour. Du 5 mars au 10 du même mois on ne trouve aucune trace d'iode dans les urines; il est vrai que ce jeune homme est d'un caractère très-mou et qu'il se frictionne avec très-peu d'énergie.

Obs. 27. P. Lubineau, âgé de 35 ans, a été affecté d'une plaie transversale de l'avant-bras qui est maintenant complétement cicatrisée. On le fait frictionner avec le baume de Lausanne. Il en use environ 8 à 10 grammes par jour. Dès le premier examen on trouve dans les urines une belle coloration violette qui persiste pendant plusieurs jours.

Obs. 28. P. Pallière, âgé de 17 ans, se frictionne vigoureusement sur les bras et les jambes avec le baume de Lausanne. On ne trouve d'abord qu'une coloration rougeâtre peu sensible, puis après trois jours, une belle coloration violacée.

Obs. 29. P. Déhons, âgé de 18 ans, se frictionne avec 40 grammes de baume de Lausanne ne contenant qu'un gramme d'iodure de potassium. Au bout de deux jours on trouve une coloration d'un violet rougeâtre.

Cette expérience a été faite pour chercher à s'assurer si l'absorption de ce sel était due à sa quantité assez considérable dans le baume ordinaire.

Obs. 30. J. Gesta, cordonnier, âgé de 15 ans; le 8 et le 9 mars on lui fait faire des frictions avec le baume de Lausanne. Les urines ne donnent qu'une légère teinte rougeâtre.

Obs. 31. C. Chalumel, âgé de 41 ans, se frictionne la jambe avec le baume de Lausanne. Le troisième jour on obtient une teinte légèrement rougeâtre.

Obs. 32. J. Saunier, âgé de 24 ans, affecté d'un léger rétrécissement, se frictionne les aines et le périnée. Le premier jour, résultat incertain. Les troisième, quatrième jours, coloration violette des urines.

Obs. 33. M. Déroche, âgé de 21 ans, affecté d'une adenite de l'aine droite, se frictionne avec le baume de Lausanne. Du 5 au 10 avril, on constate une coloration rosée; le malade se frictionne alors avec plus de vigueur, et immédiatement on obtient un bleu magnifique.

Obs. 34. H. Channet est affecté d'une coxalgie. Il se frictionne trois fois avec le baume de Lausanne, cinq minutes chaque fois. On obtient une coloration d'un bleu intense.

Je pourrais multiplier beaucoup ces observations, mais les quinze que je viens de citer suffisent pour démontrer l'absorption plus facile du baume de Lausanne. Dans tous les cas, en effet, le résultat fut positif, à peine si deux fois la réaction fut légère.

5° COMPARAISON DE LA POMMADE A L'IODURE DE POTASSIUM AVEC LE BAUME DE LAUZANNE.

Je vais maintenant rapporter quelques observations où l'on pourra comparer le baume de Lausanne et la pommade à l'iodure de potassium au point de vue de l'absorption.

Obs. 35. C. Jenet, tailleur de pierre, âgé de 31 ans, est affecté de tumeurs gommeuses. Pendant trois jours consécutifs il se frictionne avec de la pommade à l'iodure de potassium. On obtient dans les urines une légère coloration rosée. Le jour suivant, il se frictionne avec le baume de Lausanne, et l'on obtient une magnifique coloration d'un violet foncé.

Obs. 36. H. Sardat, 14 ans, affecté d'abcès froids du thorax. Frictions pendant trois jours avec la pommade à l'iodure de potassium, résultat nul; ensuite frictions avec le baume de Lausanne, et, le second jour, résultat positif.

Obs. 37. J. Martin, 20 ans, affecté de blennorrhagie. Du 30 novembre au 5 décembre 1862, frictions avec 40 grammes de pommade à l'iodure de potassium; résultat nul. Le 11 décembre et les jours suivants, frictions avec 30 grammes de baume de Lausanne. Le 15 décembre, résultat positif.

Obs. 38. B. Bournay, 32 ans, atteint d'un abcès à la partie supérieure et interne de la cuisse. Le 6 février 1863, frictions avec 20 grammes de pommade à l'iodure de potassium; 9 février, résultat nul; 10 février, fric-

tions avec 20 grammes de baume de Lausanne; le 12 février, résultat nul; les 12 et 13 février, frictions avec 20 grammes de pommade à l'iodure de potassium, résultat nul; le 14, frictions avec 20 grammes de baume de Lausanne; le 16 février, belle réaction bleue.

Obs. 39. J. Gillet, affecté d'un mal de Pott et de douleurs intercostales. 6 février, frictions avec 20 grammes de pommade à l'iodure de potassium; 10 février, résultat nul; 11 février, frictions avec 20 grammes de baume de Lausanne; 13 février, résultat négatif; 21 février, frictions avec 20 grammes de pommade iodée; 25 février, résultat nul. Le siége des frictions a été tantôt le dos, tantôt le ventre, tantôt les flancs, etc.

Obs. 40. Au n° 13 de Saint-Sacerdos, est un jeune homme affecté d'une adenite scrofuleuse du cou. Le paquet des ganglions engorgés présente le volume du poing; toutefois la peau est parfaitement saine. On donne pour frictions 30 grammes de pommade à l'iodure de potassium : cette quantité est employée en trois jours. On examine les urines; elles ne contiennent pas de trace d'iode. On donne ensuite 30 grammes de baume de Lausanne. Les urines, examinées le premier jour de la friction, ne donnent aucune réaction; les deuxième et troisième jours, on trouve une très-légère teinte rosée. Le malade emploie une nouvelle quantité de baume, 20 grammes par jour environ : la friction est très-énergique : le troisième jour, magnifique coloration bleue.

Cinq de ces observations démontrent l'absorption plus facile du baume de Lausanne. La trente-neuvième prouve qu'on ne peut être toujours sûr de faire absorber l'iode, quel que soit le véhicule employé.

Le baume de Lausanne, après un nombre considérable d'expériences, me paraît la substance qui favorise le mieux l'absorption de l'iode; cette vertu, ainsi que je m'en suis assuré, n'est point due à la proportion d'iodure (voir obs. 29), mais bien à la présence de l'alcool et du savon. Mais ces substances lui donnent des propriétés trop irritantes qui empêchent quelquefois de continuer longtemps son emploi sur les peaux délicates; j'ai donc dû chercher à prévenir cet inconvénient, et pour cela j'y ai ajouté de la glycérine dans le but de l'adoucir.

6° BAUME DE LAUZANNE, GLYCÉRINE.

Baume de Lausanne.	30 gr.
Glycérine.	8

Obs. 41. Un jeune homme, affecté d'une ancienne luxation non réduite du coude, se frictionne vigoureusement sur le bras et sous l'aisselle avec le mélange précédent. On trouve dans les urines une très-belle coloration violette.

Obs. 42. X***, affecté d'une altération profonde des yeux, de nature scrofuleuse, se frictionne sur l'abdomen, la poitrine et les aisselles avec le baume de Lausanne glycériné. On constate dans les urines le passage de l'iode.

Obs. 43. P. Escoffier, âgé de 19 ans, se plaint de douleurs rhumatoïdes du pied. On lui fait faire sur toute la jambe des frictions avec le baume de Lausanne glycériné. Le lendemain, 8 avril, très-faible coloration; 10 avril, les urines, examinées de nouveau, présentent une coloration violette très-foncée.

Ainsi l'addition de glycérine tout en prévenant les propriétés irritantes du baume de Lausanne n'empêche point l'absorption; mais comme le mélange de ces substances se fait très-mal, j'ai substitué à la glycérine l'huile d'amandes douces, qui fait avec le baume une pommade d'un emploi plus commode.

7° BAUME DE LAUSANNE MÉLANGÉ D'HUILE D'AMANDES DOUCES.

Baume de Lausanne.	30 gr.
Huile d'amandes douces.	8

Obs. 44. Un malade, affecté d'un rétrécissement traumatique et de douleurs dans la région périnéo-scrotale, se frictionne avec un mélange de baume de Lausanne et d'huile d'amandes douces sur l'abdomen et les bourses. On trouve dans les urines des signes manifestes d'absorption de l'iode. Il faut dire que les bourses sont le siége d'une légère cuisson, sans qu'il y ait toutefois d'excoriation visible.

Obs. 45. On frictionne vigoureusement sur le cou un malade affecté d'engorgement lymphatique des glandes cervicales, avec un mélange de baume de Lausanne et d'huile d'amandes douces. Le 31 mars, on obtient dans les urines une belle coloration violette.

Obs. 46. Durand, âgé de 16 ans, est affecté de genoux en dedans. On le fait frictionner avec le mélange ci-dessus. Quoique le pot ait été employé en un seul jour, on ne trouve pas le lendemain la moindre trace d'iode dans les urines.

Obs. 47. E. Conque, maçon, âgé de 29 ans, est affecté d'une gibbosité vertébrale. Frictions sur le thorax avec le baume de Lausanne mélangé d'huile d'amandes douces. Le troisième jour, très-faible coloration; le quatrième, bleu magnifique.

Ainsi l'huile d'amandes douces n'empêche point l'absorption de l'iodure, toutefois cette addition m'a paru la rendre un peu plus difficile.

8° GLYCÉROLÉS.

J'ai voulu m'assurer si la glycérine pouvait favoriser l'introduction de l'iodure de potassium à travers le tégument cutané, mais les résultats ont été constamment négatifs, quoique j'aie varié les formules ainsi que le démontrera un coup d'œil jeté sur les observations suivantes.

Obs. 48. C. Candy tisseuse, âgée de 24 ans, affectée d'une ostéite scrofuleuse de la main, se fait des frictions sur la partie malade et sur tout l'avant-bras avec la solution suivante :

Eau.	100 gr.
Glycérine.	100
Iodure de potassium.	8

Elle emploie une quantité considérable de ce liquide, mais on ne trouve absolument rien dans les urines.

Obs. 49. A. Parret, sabotier, âgé de 23 ans, se fait des frictions sur tout l'abdomen avec cette solution semblable, contenant seulement 2 grammes d'iodure de plus. On ne constate rien dans les urines.

Obs. 50. Un jeune homme est affecté de deux pieds bots, la peau en est très-mince. Il se frictionne avec :

Glycérine.	30 gr.
Iodure de potassium.	4

Après trois jours de frictions, on ne trouve pas de trace d'iode dans les urines.

Obs. 51. M. P***, âgé de 19 ans. Frictions sur le cou et la poitrine avec une pommade formée de :

Axonge.	30 gr.
Glycérine.	10
Iodure de potassium.	8
Essence d'amandes amères.	3 gouttes.

Le soir et le matin du premier jour, friction pendant cinq minutes seulement : on ne trouve rien ; le deuxième jour, friction pendant dix minutes : encore rien ; le troisième jour, friction pendant quinze minutes : absolument rien ; enfin le quatrième jour, friction pendant vingt ou vingt-cinq minutes : cette fois encore on ne trouve pas plus que les autres. Il n'y a donc pas de trace d'absorption.

Obs. 52. Laplasse, âgé de 37 ans, affecté de paralysie des membres inférieurs.

Pommade.	Axonge.	30 gr.
	Iodure de potassium.	4
	Glycérine.	10

Après une vigoureuse friction, le malade dit avoir éprouvé beaucoup de bien, mais on ne trouve aucune trace d'iode dans les urines. Deux nouvelles recherches ne produisent rien. Les jours suivants, on donne du baume de Lausanne. Après deux jours de frictions, on obtient une coloration rouge tirant au violet.

9° POMMADE AU BEURRE DE CACAO.

J'ai essayé une pommade composée de la façon suivante :

Beurre de cacao	8 gr.
Glycérine.	20
Iodure de potassium	4

Elle est d'un emploi très-commode; elle facilite l'absorption de l'iodure de potassium un peu mieux que la pommade ordinaire faite avec l'axonge.

Obs. 53. L. Vigoureux est affecté d'un bubon, il fait des frictions sur cette partie avec la pommade ci-dessus. Les troisième et cinquième jours on examine les urines, mais on ne trouve pas de place d'absorption.

Obs. 54. Un enfant de 15 ans est affecté d'une coxalgie, on lui fait faire des frictions avec 30 grammes de pommade au beurre de cacao ; cette quantité a été employée en un jour. On obtient une magnifique réaction bleue dans les urines. Quelque temps après, les urines sont de nouveau examinées ; elles ne contiennent plus d'iodure. On donne alors 30 grammes de pommade ordinaire à l'iodure de potassium, on ne trouve rien dans les urines.

10° HUILE IODÉE.

Huile d'amandes douces	40 gr.
Iode	1

Cette huile est employée par M. le docteur Fresne, médecin des hôpitaux de Lyon, qui dit en retirer des avantages marqués.

Obs. 55. J. H., âgé de 48 ans, se frictionne sur toute la poitrine avec l'huile iodée. Pendant trois jours, résultats nuls malgré d'abondantes frictions.

Obs. 56. J. Laval, âgé de 24 ans, affecté d'une luxation non réduite du coude datant de quatre mois et demi, se frictionne vigoureusement pendant deux jours avec l'huile iodée. Le résultat est nul.

Obs. 57. Un jeune homme a une ancienne luxation incomplète du coude. Il fait sur tout le bras et le thorax des frictions avec l'huile iodée. Deux jours après, belle coloration bleue. Un nouvel examen donne le même résultat. L'absorption est évidente.

Ces trois observations démontrent que l'absorption est possible, mais non certaine avec l'huile iodée. J'ai cherché à constater les propriétés d'absorption des liquides. J'ai beaucoup varié les véhicules, comme on va le voir par le résumé des expériences suivantes.

11° SOLUTION D'IODURE DE POTASSIUM DANS L'EAU SIMPLE.

Obs. 58. Un jeune homme de 25 ans est affecté de douleurs rhumatoïdes dans les membres inférieurs. Je lui fais pratiquer des frictions vigoureuses sur le thorax, l'abdomen et les jambes avec :

Eau	200 gr.
Iodure de potassium.	20

Les frictions sont faites avec persévérance par un autre malade pendant trois jours. On constate dans les urines une coloration rosée très légère.

Obs. 59. Au n° 25 de la salle Saint-Sacerdos est un jeune homme affecté d'ophthalmie strumeuse. On lui pratique des frictions avec une solution semblable à la précédente, et l'on n'obtient qu'un résultat douteux.

Ainsi les solutions simplement aqueuses s'absorbent avec la plus grande difficulté, car l'épiderme desséché et enduit de matière sébacée, leur oppose un obstacle qu'elles ont grand'peine à franchir.

12° BAUME IODURÉ.

J'ai donné ce nom à une solution composée de la manière suivante :

Eau	100 gr.
Teinture de savon.	50
Iodure de potassium	8

Il y a donc une très-grande analogie entre cette solution et le baume de Lausanne.

Obs. 60. J. Narbot, âgé de 60 ans, est affecté d'une orchite chronique. On lui fait faire sur les bourses des frictions avec le baume ioduré. La quantité employée a été peu considérable, et cependant dès le lendemain on constate une très-belle coloration violette dans les urines.

Obs. 61. P. Durand, âgé de 16 ans, est rachitique; on lui fait faire des frictions sur tout l'abdomen avec le baume ioduré. Ce malade est d'un tempérament tres-mou, et se frictionne avec peu d'énergie. Aussi on ne constate dans ses urines que des traces à peine sensibles d'iode.

Obs. 62. R. Moulin, âgé de 24 ans, se fait des frictions sur les genoux avec le baume ioduré, mais, le lendemain et les jours suivants, on ne trouve rien dans les urines.

Obs. 63. L. Battier, âgé de 30 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 21, le 2 février 1861, il est atteint d'une névralgie des bourses et de l'abdomen. Le 6 février on lui donne le baume ioduré; le malade emploie cette friction, soit sur les bourses, soit sur l'abdomen. Le lendemain, il y a dans les urines réaction violette marquée.

Obs. 64. M. Bleton, âgée de 19 ans, est atteinte de coxalgie à gauche. On lui fait faire des frictions sur tout le ventre et la cuisse avec une solution semblable. Le lendemain on trouve dans les urines la trace du passage d'une petite quantité d'iode.

Ces cinq observations dénotent une importante différence au point de vue de l'absorption entre les solutions aqueuses et ce que j'ai appelé baume ioduré, qui a du reste quelque analogie avec le baume de Lausanne.

13° FRICTIONS DIVERSES.

A. *Glycérolé au savon.*

Glycérine	80 gr.
Iodure de potassium	10
Savon	10

Obs. 65. J. Roche, âgé de 37 ans, a été affecté il y a un mois et demi d'une fracture de la clavicule gauche; le col est très-volumineux, et le malade a quelques douleurs à son niveau. Il se frictionne à plusieurs reprises avec le mélange précité. On obtient une coloration violette dans les urines.

B. *Solution alcoolique d'iodure de potassium.*

Obs. 66. Un malade, affecté d'une ancienne fracture du col du fémur, se frictionne sur toutes les cuisses et l'abdomen avec ce mélange :

Eau	50 gr.
Alcool	50
Iodure de potassium	8

Après deux jours on trouve une coloration violette dans les urines.

Obs. 67. Le même malade se fait quelques jours après des frictions avec :

Eau-de-vie camphrée	120 gr.
Iodure de potassium	15

Les urines donnent ensuite une belle coloration bleue au moyen de l'amidon et de l'acide sulfo-azotique.

Obs. 68. Salle Saint-Sacerdos, n° 18, fracture ancienne de la rotule; frictions sur tout le membre inférieur avec :

Eau.	120 gr.
Iodure de potassium.	10

Résultat nul. Les jours suivants, frictions avec :

Baume de Fioraventi.	120 gr.
Iodure de potassium.	10

Résultat positif.

Obs. 69. — Salle Saint-Sacerdos, n° 6, le malade, atteint d'une entorse, se frictionne le pied et la jambe avec la moitié d'une solution semblable à la précédente. On trouve dans les urines une coloration bleue prononcée.

Le baume de Fioraventi m'a toujours semblé un excellent véhicule pour faire absorber l'iodure de potassium.

Obs. 70. J. Fournier, âgé de 44 ans, se fait des frictions sur le bras avec cette solution :

Alcool camphré.	120 gr.
Iodure de potassium.	10

Résultat nul. Alors on donne du baume de Lausanne, et le lendemain on obtient une magnifique coloration d'un bleu intense.

Obs. 71. Salle Saint-Sacerdos, 18. Un malade, affecté d'ankyloses des hanches et des côtes, se frictionne sur une grande surface avec une solution semblable à la précédente. Au bout de quelques jours on obtient une très-belle réaction.

Obs. 72. J. Fayard, âgé de 15 ans, se frictionne la hanche avec une solution semblable. Pendant plusieurs jours, le résultat est nul.

Obs. 73. P. Guarande, âgé de 18 ans, est affecté d'une adenite cervicale très-étendue. On lui fait des frictions sur la poitrine et sur l'abdomen avec de la teinture d'iode. Après quatre jours de frictions réitérées on ne trouve rien dans les urines.

D'après ces expériences, les alcooliques me semblent favoriser l'absorption de l'iodure de potassium; elle se fait infiniment mieux qu'avec l'eau pure. Je crois donc que dans le baume de Lausanne l'alcool joue un rôle très-important. Le savon ne fait pas tout, ainsi que le prouve l'expérience suivante :

Obs. 74. J. Déchamps, âgé de 49 ans, affecté d'une ancienne fracture de cuisse, se fait des frictions avec ce mélange :

Eau.	100 gr.
Iodure de potassium.	8
Savon animal.	5

Résultat nul.

Il est des sujets qui donnent, avec n'importe quelle substance, des résultats constamment négatifs. On doit les attribuer à leur caractère peu énergique, comme dans le fait suivant :

Obs. 75. Saint-Sacerdos. Un malade, âgé de 18 ans, d'un tempérament mou, a les genoux déviés en dedans; M. Delore prescrit des frictions sur tous les membres avec :

Eau-de-vie camphrée.	120 gr.
Iodure de potassium.	4

Résultat négatif. Nouvelle prescription :

Eau-de-vie camphrée.	120 gr.
Iodure de potassium.	10

Résultat encore négatif. Nouvelle friction avec :

Baume de Fioraventi.	60 gr.
Iodure de potassium.	5

Résultat également négatif. On prescrit le baume de Lausanne. Frictions abondantes. Résultat négatif.

Il est au contraire des sujets chez lesquels toutes les substances sont absorbées, à cause de l'énergie et de la patience qu'ils mettent à se frictionner. En voici un exemple :

Obs. 76. Saint-Sacerdos, n° 18. Le malade est atteint d'ankylose de la hanche et des côtes, il a la peau saine. Prescription :

Baume de Fioraventi.	120 gr.
Iodure de potassium.	10

Le malade se frictionne les genoux, les hanches et le dos. La dose de médicament est employée en cinq jours. Résultat positif. Dix jours après, frictions de la même manière que les précédentes avec l'huile iodée. Le lendemain : résultat douteux. M. Delore ordonne des frictions faites par un autre malade avec :

Teinture d'iode.	60 gr.

Le lit du malade exhale l'odeur de l'iode ; l'examen donne : résultat positif. Frictions avec :

Pommade iodée. . . . . 30 gr.

Absorption évidente d'iode.

14° EMPLATRES.

J'ai employé divers emplâtres pour étudier leur influence sur l'absorption de substances médicamenteuses déposées à leur surface ; mes essais ont porté sur les emplâtres de poix de Bourgogne ou de Vigo, à la surface desquels on avait placé soit de l'iodure de potassium en poudre, soit de la belladone.

Obs. 77. A. Truchet, âgée de 15 ans, entre salle Saint-Paul, n° 41, le 27 avril 1860. Un abcès a commencé à se former à la région interne de la cuisse gauche il y a deux mois, il est actuellement très-considérable. Le 28 avril, application d'un emplâtre de poix de Bourgogne de 30 centimètres de long sur 20 centimètres de largeur, et contenant 5 grammes d'iodure de potassium ; le 30 avril et le 2 mai, l'urine se colore en bleu foncé par l'amidon et l'acide sulfo-azoteux. Il fut constaté que la peau était saine.

Obs. 78. P. Trapenard, âgé de 21 ans, entre salle Saint-Sacerdos le 26 mai 1860 pour se faire traiter de trois petits abcès par congestion venant des côtes inférieures gauches. On applique sur la région malade un emplâtre de poix de Bourgogne contenant 10 grammes d'iodure de potassium. Le 27 et le 28 mai, on trouve dans l'urine une grande quantité d'iode. On soulève l'emplâtre, et au-dessous de lui on trouve la peau saine. Après cette expérience on administre l'iode à l'intérieur.

Obs. 79. J. Tholière, âgé de 25 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 77, le 5 février 1861. On applique sur l'abdomen un emplâtre de poix de Bourgogne contenant 8 grammes d'iodure de potassium. L'emplâtre est levé le lendemain, la peau est parfaitement saine, cependant les urines sont chargées d'iode.

Obs. 80. P. Dulac, âgée de 20 ans. entre salle Saint-Paul, n° 49, le 18 avril 1860. Depuis 2 ans elle souffre dans la région sacrée, et il s'est déclaré un abcès dans cette région et un autre dans la fosse iliaque. Le 24. on applique un vaste emplâtre de poix de Bourgogne, contenant de l'iodure de potassium. Le 27 avril et le 2 mai on constate la présence d'une assez grande quantité d'iode dans les urines. Lorsqu'on enlève l'emplâtre on trouve au-dessous la peau parfaitement saine. L'absorption a donc eu lieu à travers la peau saine.

Obs. 81. J. Vidon, âgée de 16 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 50, le 4 juillet 1860. Cette malade présente un abcès ossifluent du genou droit. On y applique un emplâtre de Vigo à l'iodure de potassium. Le 6 et le 8 juillet on ne trouve rien dans les urines, mais le 13 du même mois, une

éruption de petits boutons s'étant déclarée sous l'emplâtre, les urines donnent une légère coloration violette. Cette expérience est donc douteuse.

Obs. 82. B. Guérin, âgé de 26 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 27, le 30 avril 1860, affecté d'un abcès du genou périarticulaire. On y applique un emplâtre de Vigo avec de l'iodure de potassium, et le lendemain on constate une réaction rosacée dans les urines; mais cette expérience prouve peu de chose, car il s'est développé autour du genou une légère éruption.

Obs. 83. E. Guillermin, âgé de 28 ans, entre salle Saint-Sacerdos, n° 30, le 22 mai 1860. Il présente aux cuisses, aux jambes et aux bras des exostoses, des périostoses, des gommes qui ont jusqu'alors augmenté de volume, et que le malade n'a combattu que par la méthode Raspail. On applique à la jambe et à la cuisse droite deux emplâtres de Vigo contenant chacun 4 grammes d'iodure de potassium. Le lendemain et les jours suivants on ne trouve rien dans les urines. L'iodure de potassium administré à l'intérieur amène une guérison rapide.

Obs. 84. J. Sardaine, âgé de 25 ans, est affecté depuis longtemps d'une carie du bassin avec trajets fistuleux multiples. On lui met sur l'abdomen un emplâtre de savon contenant 4 grammes d'iodure de potassium. Le lendemain on constate le passage de l'iode dans les urines.

Obs. 85. P. Balland, tisseur, âgé de 27 ans, est affecté d'un abcès du pharynx, provenant, selon toutes les probabilités, d'une carie cervicale. On lui met sur l'abdomen un emplâtre de Vigo contenant à sa surface 8 grammes d'iodure de potassium. Le lendemain on examine les urines et on y rencontre des traces à peine sensibles d'iode ; les jours suivants, on ne trouve aucune réaction.

Obs. 86. L. Dorothée, âgée de 36 ans, a un abcès par congestion dans la fosse iliaque gauche; on lui met sur le dos un emplâtre de poix de Bourgogne contenant à sa surface 4 grammes d'iodure de potassium. Au bout de 5 jours, on ne trouve rien dans les urines.

Ces expériences démontrent que l'iodure de potassium est absorbé à la surface des emplâtres, mais surtout des emplâtres de poix de Bourgogne. Ceux de Vigo favorisent moins l'absorption.

15° BELLADONE.

Extrait et préparations diverses.

J'ai expérimenté souvent l'extrait de belladone; son absorption s'exécute très-difficilement, ainsi qu'on le verra par les faits suivants :

Obs. 87. J. Pargue, âgé de 16 ans, atteint d'une carie de l'articulation coxo-fémorale avec fistule, se place sur le genou un emplâtre belladoné, mais il ne se manifeste aucun phénomène physiologique d'absorption.

Obs. 88. J. Folliet, âgé de quarante-huit ans, est affecté de rhumatisme. On lui met sur l'abdomen de l'extrait mou de belladone, 15 grammes environ, on recouvre de taffetas ciré. Il ne se manifeste aucun phénomène d'absorption.

Obs. 89. J. Sardène est affecté d'engorgement des glandes mésentériques; on applique un très-vaste emplâtre qui recouvre tout l'abdomen et qui contient cinq grammes d'extrait de belladone. On ne remarque ensuite aucune dilatation de la pupille.

Obs. 90. F. Dourse, âgée de 40 ans, entre, le 22 mars 1860, salle Saint-Paul, n° 22. Cette malade éprouve dans la cuisse de vives douleurs, suite d'une contusion sans lésion de la peau. On applique un emplâtre ordinaire de belladone. Il ne survient aucune dilatation pupillaire.

Obs. 91. F. Verrière, âgée de 30 ans, entre, le 24 mai 1860, salle Saint-Paul, n° 75. Elle est affectée d'une coxalgie qui a été traitée par le repos dans une grande gouttière. Un gonflement douloureux persiste au niveau de la hanche, quoique le membre soit dans une bonne position. On applique sur la cuisse un vaste emplâtre belladoné. La douleur disparaît, et en même temps on observe les phénomènes physiologiques de l'absorption de la belladone : dilatation de la pupille, troubles de la vue, constriction à la gorge, etc. Mais comme il règne autour de son lit une odeur très-prononcée d'extrait de belladone, on supposa un instant que l'absorption s'était faite par les poumons aussi bien que par la peau.

Sur cinq faits, une seule fois j'ai obtenu la dilatation de la pupille.

SAPONÉ A L'ATROPINE.

Alcool.	22 gr.	»
Savon.	8	»
Sulfate neutre d'atropine.	»	30 c.

Cette substance m'a paru s'absorber avec la plus grande facilité, et calmer les douleurs mieux encore que la pommade simple à l'atropine.

Obs. 92. H. Devet, tisseur, âgé de 16 ans, entre à l'Hôtel-Dieu au mois de mars 1861. On place au-dessus de chaque œil un verre de montre rempli de saponé à l'atropine ; mais ce saponé étant un peu liquide, il en coule une petite quantité dans l'œil. Le lendemain, on trouve une grande dilatation des deux pupilles.

Obs. 93. J. Cannale, âgé de 39 ans, est affecté d'une nécrose phosphorée du maxillaire supérieur. Il se frictionne sur la joue dont la peau est saine avec le saponé à l'atropine. Il se manifeste une belle dilatation des pupilles. Quelques jours auparavant, ce malade s'était frictionné avec la pommade belladonée ; il en était entré un peu dans l'œil gauche, et cette seule pupille avait présenté une dilatation.

Obs. 94. B. Mermet, âgé de 20 ans, se frictionne sous les aisselles et

sur les épaules avec le saponé à l'atropine ; une heure après, on remarque une belle dilatation de la pupille qui persiste le lendemain.

POMMADE A L'ATROPINE.

Axonge	30 gr.	»
Sulfate neutre d'atropine	»	30 c.

Obs. 95. E. Reboul, âgé de 24 ans, se frictionne sous les aisselles avec la pommade à l'atropine ; dans la journée seulement il se manifeste une dilatation de la pupille.

Obs. 96. L. Acariès, âgé de dix-sept ans. On place sur le front deux verres de montre pleins de pommade à l'atropine ; le lendemain on trouve une dilatation de la pupille.

L'absorption du sulfate d'atropine est plus facile que celle de l'extrait de belladone.

J'ai essayé si la belladone s'absorberait en employant le mélange suivant :

Teinture de belladone	100 gr.	»
Savon animal.	»	30 c.

Les résultats ont été négatifs :

Obs. 97. Un jeune homme, âgé de 26 ans, est affecté d'une très-ancienne luxation du coude. On lui fait faire des frictions très-nombreuses sur le membre ; on n'obtient aucune dilatation de la pupille.

Obs. 98. J. Tarbout, âgé de 24 ans, est affecté d'une adenite inguinale du côté gauche. Il se fait des frictions réitérées sur les cuisses, les aines et le ventre avec le mélange précédent. On n'obtient aucune dilatation pupillaire.

Voici une observation qui prouve que les plaies absorbent parfaitement l'extrait de belladone et même quelquefois l'iodure de plomb.

Obs. 99. Au n° 35 de la salle Saint-Sacerdos est un jeune homme affecté d'une tumeur blanche du genou droit. On lui fait de larges cautérisations au canquoin, et, sur les plaies fraîches qui résultent de cette cautérisation, on fait des applications d'une pommade contenant de l'extrait de belladone et de l'iodure de plomb. Le lendemain, les pupilles sont dilatées, et il y a de l'iode dans les urines.

Je citerai encore trois expériences que j'ai faites ; la première, avec la liqueur iodo-tannique ; la seconde avec des substances purgatives, la troisième avec de l'extrait d'asperges.

Obs. 100. J. Epalle, âgé de 18 ans, affecté d'une nécrose scrofuleuse du tibia, panse avec de la pommade iodo-tannique une large plaie qui résulte de l'opération. On constate dans les urines une coloration violette.

Obs. 101. J. Folliet, journalier, âgé de 48 ans, affecté de rhumatisme, use en deux jours le mélange suivant :

Teinture de scille	60
Teinture de savon	80
Teinture de scammonée	80
Eau	240

Les frictions sont faites sur l'abdomen et sur les cuisses où existent quelques boutons, mais on ne remarque aucun phénomène physiologique d'absorption.

Obs. 102. Un malade affecté de contusions se frictionne avec une pommade contenant de l'extrait d'asperges soigneusement préparé, on ne trouve aucune odeur caractéristique des urines.

16° DES BAINS.

La question de l'absorption dans le bain a toujours été fort controversée. On a recherché d'abord si l'eau était absorbée, et ensuite si les sels en dissolution l'étaient également.

1° De l'absorption de l'eau pure par le bain. — Les preuves que les partisans de l'absorption donnent à l'appui de leur opinion sont : la suppression de la soif; mais n'est-ce point là un phénomène nerveux? l'augmentation des urines; mais ne tient-elle pas à une diminution de la transpiration cutanée et pulmonaire? Le principal argument qu'ils ont apporté c'est l'augmentation de poids du corps dans certaines circonstances qui ont été déterminées avec soin. Ce fait, je ne veux point le contester, mais je l'expliquerai par l'hygrométricité de l'épiderme et de ses annexes. L'imbibition épidermique s'exécute avec lenteur, mais elle est assez considérable pour qu'on doive lui attribuer l'augmentation du poids du corps après le bain. Voici quelques expériences que j'ai faites pour le démontrer :

A. Cheveux. 4 gr. 56 centig. sont placés pendant une demi-heure dans l'eau distillée. Après un dessèchement ordinaire, ils pèsent 5 gr. 56 centig.; différence, 1 gr. Après dessèchement plus complet, ils pèsent 5 gr. 16 centig.; différence : 6 décigrammes.

B. Poils du pubis et de la poitrine. 2 gr. 058 milligrammes sont plongés dans l'eau distillée pendant cinq heures; après complet dessèchement ils pèsent 2 gr. 55 cent.; différence : environ 5 décigr.

C. Ongles. 10 ongles des orteils pèsent 2 gr. 08 centig.; ils sont plongés

pendant une demi-heure dans l'eau distillée; ils pèsent ensuite 3 gr. 07 centig.; différence : 97 centigr.

D. ÉPIDERME. Une main pesant 413 gr. est placée pendant une demi-heure dans un bain. Après ce temps elle pèse 415 gr.; différence : 2 gr. Cette différence de 2 grammes paraît au premier abord peu considérable; mais un instant de réflexion montre bientôt qu'elle est énorme. Si en effet nous estimons en grammes le poids moyen du corps de l'homme. nous trouvons le chiffre de 65,000. Or, si l'imbibition se faisait sur tout le corps comme sur la main, nous aurions, au bout d'une demi-heure, l'énorme augmentation de 314 grammes. Mais il ne peut en être ainsi, car le corps ne présente pas une surface épidermique proportionnée à celle de la main. De plus, il faut tenir compte de la présence des ongles. Ne puis-je pas conclure, après ces expériences, que l'augmentation de poids du corps, qui est de 45 grammes environ après un bain d'une heure, est due à l'imbibition des poils, des ongles et de l'épiderme?

Quelle que soit la température d'un bain, l'épiderme et ses annexes s'imbibent nécessairement d'eau; si le poids du corps augmente au-dessous de 22° centigrades, c'est que la transpiration cutanée et pulmonaire est alors peu active; si le poids du corps diminue, c'est que la perte produite par cette transpiration est supérieure à l'accroissement de poids dû à l'imbibition épidermique.

Combien faut-il de temps pour que l'eau, après avoir imbibé toute l'épaisseur de l'épiderme, s'insinue ensuite dans le derme et dans le corps? C'est là une question, je ne crains pas de l'affirmer, qu'il est impossible de trancher positivement avec un bain d'eau pure; toutefois il est permis de penser qu'après une immersion de quatre à cinq heures, la pénétration s'effectue.

2° DE L'ABSORPTION DES SELS EN DISSOLUTION DANS L'EAU. — Si l'épiderme laisse pénétrer l'eau pure, laisse-t-il pénétrer les sels en dissolution? Plusieurs physiologistes se sont prononcés pour la négative. M. Duriau, par exemple, admet l'absorption de l'eau à cause de l'augmentation de poids, et nie l'absorption des sels parce qu'il ne les retrouve pas dans les urines. L'épiderme, d'après cette manière de voir, serait donc un filtre jouissant de certaines propriétés électives. Rien, à mon avis, ne vient justifier une semblable théorie; au contraire, tout ce que nous connaissons des lois de l'endosmose lui est opposé.

Voici du reste des expériences directes qui me semblent avoir plus de valeur que l'analogie.

J'ai plongé une main dans une solution concentrée d'iodure de potassium pendant une heure, et j'ai recherché s'il y avait des traces du sel à la face profonde du derme palmaire et dorsal; le résultat a été nul.

La main ayant été plongée dans la même solution pendant dix-huit heures consécutives, j'ai recherché la marche de l'imbibition de l'iodure de potassium, j'en ai trouvé sous les ongles, à la face profonde de l'épiderme, mais aucune trace dans les couches les plus superficielles du derme.

Plusieurs endosmomètres de dimensions différentes ont été faits avec la peau prise dans diverses régions du corps. L'épiderme était en contact avec une dissolution d'iodure de potassium. Quand la pression fut assez forte pour faire pénétrer le liquide à travers toute l'épaisseur de la peau, on constata à la surface profonde du derme la présence de l'iodure, et le sel s'y montra dès que cette surface profonde présenta les plus légères traces d'humidité.

Je ne veux pas attribuer à ces faits une importance exagérée; ils semblent toutefois prouver qu'une certaine pression est nécessaire pour qu'un liquide franchisse la barrière épidermique, et qu'une solution d'iodure de potassium passe aussi bien que l'eau pure.

Voici la relation de quelques expériences sur les bains.

Obs. 103. Le 30 avril, je pris, à trois heures de l'après-midi, un bain à la température de 22 degrés environ, avec 24 grammes d'iodure de potassium. Après y avoir séjourné une heure et quart, j'examinai mes urines à trois reprises différentes, à cinq heures, à dix heures du soir, et à sept heures du matin, sans y trouver aucune trace d'iode. Le seul effet appréciable de ce bain fut une stimulation légère de la surface cutanée qui persista pendant deux heures.

Obs. 104. La même expérience fut répétée sur un malade de l'Hôtel-Dieu, mais avec 100 grammes d'iodure de potassium. Le résultat fut également complétement nul.

Obs. 105. M. P., après une friction générale avec du savon noir, prend un bain contenant 30 grammes d'iodure de potassium. Les urines recueillies cinq heures après ne contiennent pas de trace d'iode. Il n'y a donc pas eu d'absorption, malgré les frictions vigoureuses faites avant et pendant le bain; la quantité de savon noir employée a été de 250 grammes.

Obs. 106. E. Villot, âgé de 26 ans, est atteint de douleurs rhumatoïdes dans les pieds. On lui fait prendre un bain de pieds avec 50 grammes de cyanure jaune de potassium et de fer. Le malade y reste une heure. Les urines, examinées trois heures après le bain, ne contiennent pas de trace du sel. Le malade avait uriné immédiatement avant le bain. Trois jours après, un bain semblable donne également un résultat nul.

En résumé, je crois pouvoir nier l'absorption de l'eau des

bains, dans l'immense majorité des cas. Loin de moi cependant la pensée de mettre de côté la vertu des bains d'eaux minérales, lors même que les principes médicamenteux ne s'introduiraient pas dans l'organisme en quantité chimiquement appréciable; ils peuvent néanmoins posséder une action physiologique et produire une *excitation papillaire* qui retentira d'une façon heureuse sur toute l'économie. Ainsi les bains d'Uriage ont des propriétés toniques incontestables, et cependant leur prétendue action purgative n'est point admise par M. docteur Doyon, médecin inspecteur. Je vais plus loin : on peut expliquer, je crois, de la même façon les propriétés différentes des diverses eaux minérales administrées en bains. La nature des sels qu'elles tiennent en dissolution, leurs proportions respectives, la présence de matières organiques, etc... voilà autant de conditions qui produiront une impression variable sur les papilles du derme.

17° CYANURE DE POTASSIUM ET DE FER.

Obs. 107. D. Cote, âgé de 32 ans, se fait des frictions avec le mélange suivant :

Cyanure jaune	10 gr.
Alcool	100
Savon animal	15

Le lendemain, le perchlorure de fer a donné dans les urines une coloration d'un bleu intense.

Obs. 108. J. Gaudet, tisseur, âgé de 20 ans, se fait des frictions avec un mélange semblable au précédent; le lendemain, le perchlorure mis dans les urines donne une magnifique coloration bleue.

Obs. 109. Un jeune homme, affecté de synchisis, se fait des frictions fréquemment répétées avec le baume cyanuré. Au bout de deux jours, il en a usé une grande quantité; on constate le passage du cyanure dans les urines.

18° PRÉPARATIONS MERCURIELLES.

J'ai fait des recherches sur l'absorption du calomel et de l'onguent napolitain, et j'ai conclu à l'absorption seulement lorsqu'il y a eu salivation, ou tout au moins gingivite spécifique.

A. POMMADE AU CALOMEL.

Obs. 110. J. Courtadou, âgé de 52 ans, est atteint d'un cancer du pharynx. Il se fait pendant plusieurs jours sur le cou et à la partie antérieure du thorax des frictions avec une grande quantité de pommade au calomel. On n'obtient aucun phénomène physiologique dénotant l'absorption.

Obs. 111. L. Batier, âgé de 30 ans, est atteint d'une névralgie des bourses. Pendant plusieurs jours de suite il se fait des frictions sur la partie malade, au pli de l'aine et à l'abdomen avec une grande quantité de pommade au calomel; il se fait même une érosion des bourses; aucun phénomène d'absorption n'est appréciable. La friction étant devenue douloureuse, on emploie une pommade composée de :

Axonge	30 gr.
Calomel	8
Laudanum	4

ce qui fait disparaître les douleurs, mais ne produit pas trace de salivation ou de gingivite.

Obs. 112. A. Vernet, âgé de 19 ans, est atteint d'ulcères multiples de la jambe qui sont sous la dépendance d'une ancienne affection eczemateuse. Pendant quinze jours, on lui fait des pansements avec de la pommade au calomel; mais il n'y a pas d'absorption sensible.

B. ONGUENT NAPOLITAIN.

Obs. 113. J. Dulin, âgé de 20 ans, est affecté, depuis cinq mois, de plaques muqueuses siégeant aux commissures labiales. On lui fait faire chaque jour des frictions aux aines et aux aisselles avec 8 grammes d'onguent napolitain; le deuxième jour, une stomatite légère survient; le troisième jour, on remarque une gingivite très-intense et un commencement de salivation; le quatrième jour, tous les signes de l'absorption mercurielle étant encore plus nettement accentués, on crut devoir suspendre les frictions et administrer le chlorate de potasse. Trois jours après la suspension des frictions, les douleurs des gencives et les autres symptômes disparaissent, preuve nouvelle de la réalité de l'absorption.

Obs. 114. Malard, âgé de 18 ans, est affecté d'un vaste érysipèle de la cuisse; on lui fait des onctions avec l'onguent napolitain, et, le sixième jour, il survient une salivation mercurielle.

L'absorption de l'onguent napolitain est un fait aussi évident que difficile à expliquer; il est probable que la forme globulaire du métal favorise son introduction, et que la pression de la main qui frictionne introduit les molécules mercurielles dans les orifices des glandes sudoripares où il serait transformé

en bichlorure par les chlorures alcalins. Il est certain que l'absorption est beaucoup plus active dans les régions qui sont plus abondamment pourvues de glandes sudoripares : la paume des mains, la plante des pieds, le pli des aines et les aisselles. J'ai bien vite abandonné l'opinion que l'onguent napolitain agissait par la volatilité du mercure, car cette volatilité est si limitée, que les vapeurs mercurielles ne peuvent se constater qu'à la distance de deux ou trois centimètres en portant la pommade à la température de cinquante degrés. Une curieuse conclusion de ces recherches, c'est que le calomel, qui produit facilement la salivation quand on l'administre à l'intérieur, n'est pas sensiblement absorbé par la peau; tandis que le mercure métallique, qui est à peu près inerte dans le tube digestif, s'absorbe aisément par les frictions cutanées.

Cette facilité avec laquelle le mercure à un état de division extrême s'introduit dans la peau, m'a donné l'idée de rechercher s'il ne pourrait pas entraîner avec lui d'autres substances dont l'absorption est très-difficile, comme l'extrait de belladone et l'iodure de potassium.

Obs. 115. Au numéro 33 de la salle Saint-Sacerdos est un jeune homme affecté de pieds-bots et d'une hypertrophie du corps thyroïde. 8 mars, frictions sur le cou avec 20 grammes de pommade à l'iodure de potassium. 10 mars, quelques traces d'iode dans les urines. 11 mars, frictions avec :

Onguent napolitain	15 gr.
Iodure de potassium	4
Extrait de belladone	2

Le surlendemain, on ne trouve que quelques traces d'iode dans les urines, et les pupilles sont peu dilatées.

Obs. 116. F. Genoulas, âgé de 15 ans, est atteint d'un phlegmon du creux axillaire. Frictions avec une pommade semblable à la précédente ; le surlendemain, on constate que la pupille du côté malade est beaucoup plus dilatée que celle du côté opposé. Il y a quelques traces d'iode dans les urines.

Obs. 117. A. Giboz, âgé de 35 ans, est affecté d'un phlegmon profond du périnée. Il se fait des frictions fréquentes avec une pommade contenant 20 grammes d'onguent mercuriel et 4 grammes d'iodure de potassium. Ces frictions sont faites sur le périnée et le pli des aines. L'examen des urines donna un résultat négatif.

Ainsi, comme on le voit, l'onguent napolitain favorise très-peu

le passage de l'iodure de potassium et de l'extrait de belladone à travers la peau saine.

Si l'on compte le nombre des expériences qui ont été faites dans ces 117 observations, on voit qu'elles atteignent le chiffre de 138; elles sont ainsi réparties.

Résultats positifs.	69
id. négatifs.	60
id. douteux.	9

Dans la moitié des expériences, j'ai donc obtenu un résultat positif. Mais je ne dois pas attribuer à ces chiffres une valeur qu'ils n'ont pas; ainsi, le chiffre des faits négatifs est beaucoup trop élevé; cela tient à ce qu'on répétait les expériences d'autant plus souvent que le sujet absorbait avec plus de difficulté.

CONCLUSIONS.

De toutes les recherches qui précèdent, je tirerai les conclusions suivantes :

1° La peau saine est susceptible d'absorber toutes les substances solubles dans l'eau.

2° Cette absorption est fort difficile et tellement irrégulière que la méthode iatraliptique ne peut donner des résultats sur lesquels il soit possible de compter; cependant si un médicament important, du sulfate de quinine, par exemple, ne pouvait être administré à l'intérieur, on serait autorisé à l'employer par la voie cutanée.

3° L'absorption de la peau est *favorisée* ou *contrariée* par plusieurs conditions qui sont relatives au sujet, à la nature du médicament et au mode de son emploi.

A. *Relativement au sujet*, je signalerai d'abord la mollesse ou l'énergie du caractère, qui m'ont paru avoir une grande influence sur l'absorption. Les observations 17, 18, 40, 76, etc., montrent l'importance d'une friction énergique. Les observations 23, 26, 61 et surtout 75, établissent une relation évidente entre la non-absorption du médicament et l'absence d'énergie.

Quant à l'*âge*, mes expériences ayant presque toujours porté sur des adultes, j'ai peu de choses à en conclure; toutefois l'absorption est plus facile chez les individus qui ont la peau fine, les enfants, par exemple. Ce qui vient à l'appui de cette assertion, c'est que l'absorption se fait mieux dans les régions du corps *où la peau est mince* : les bourses, le cou, les aisselles, etc.; elle est difficile aux genoux, aux jambes, sur le dos. Mes observations ne peuvent cependant fournir des données positives sur le pouvoir absorbant de telle ou telle région, car il aurait fallu avec la même substance faire des frictions sur le même individu dans différentes parties du corps, à des époques éloignées, et cela m'a été impossible.

L'étendue de la surface sur laquelle on exécute la friction a une influence énorme sur son succès; il m'a suffi plusieurs fois de recommander aux malades de faire une application plus large du médicament pour provoquer son absorption.

Je n'insiste point sur la *durée* de la friction, il est facile de concevoir son utilité.

B. La nature du médicament. — L'idée d'un véhicule imbibant facilement l'épiderme et introduisant avec lui les substances qu'il dissout a toujours régné en thérapeutique. Une condition essentielle de l'absorption, suivant quelques médecins, c'est que le médicament soit soluble dans les huiles et dans les graisses. Tels ne sont point les enseignements qui semblent résulter de mes recherches.

La plupart des *sels solubles* que j'ai expérimentés m'ont paru jouir d'un degré d'absorption identique : ainsi, l'iodure de potassium, le cyanure jaune et le sulfate d'atropine. L'extrait de belladone a donné des résultats peu satisfaisants; cela tient peut-être à ce qu'il est fréquemment altéré.

Les substances *insolubles*, le mercure métallique excepté, ne sont jamais absorbées. Les pommades qui en renferment sont inactives. L'iodure de plomb à cause de sa facile décomposition est absorbé à la surface des plaies en petite quantité, mais je n'ai obtenu aucun résultat positif à la surface cutanée.

Si j'examine l'influence des véhicules, je vois que l'eau simple jouit d'une efficacité à peu près nulle, quel que soit son mode d'application. L'axonge, l'huile, le beurre de cacao, la glycérine ne m'ont pas paru favoriser l'absorption d'une manière spéciale.

Le secret pour faire absorber une substance, c'est de déterminer une *irritation de la peau.* On y arrive de plusieurs manières, en employant les alcooliques et les alcalins, par exemple. Isolément, ces deux principes ont donné des résultats positifs assez réguliers; mais leur association a mieux encore réussi, comme le prouvent les observations où le baume de Lausanne a été employé. C'est aussi par l'irritation que j'explique les résultats positifs obtenus avec la pommade *rance.* Je pense que l'usage des substances irritantes détermine l'amincissement de l'épiderme et qu'alors le médicament pénètre mieux ; en effet, si la friction devient un peu énergique, on voit se produire aussitôt de petites excoriations, qui se recouvrent de croûtes, qui sont l'indice d'une dénudation complète de certains points du derme. Les substances que j'appelle *irritantes* pour caractériser leur action sur l'épiderme peuvent avoir des *propriétés sédatives* relativement aux papilles, comme le laudanum, le chloroforme, le saponé à l'atropine et par conséquent amener la sédation en produisant une espèce d'anesthésie locale qui est jusqu'à un certain point comparable à celle du froid. Ainsi pour faire absorber il faut irriter, mais ne pas dépasser certaines limites.

C. Mode d'emploi du médicament. — Les frictions sont le meilleur moyen de faire pénétrer les médicaments à travers la peau, à cause de la pression qui les accompagne toujours. C'est par la friction faite avec une certaine pression qu'on enlèvera avec le plus de facilité les couches superficielles de l'épiderme. Aussi la meilleure forme de médicament m'a toujours paru celle qui facilite le plus une pression énergique et prolongée; les pommades remplissent très-bien ces conditions; mais il faut en varier la composition suivant l'irritabilité de la région ou du sujet. L'eau en frictions, en applications ou en bains, est en général d'une inefficacité complète.

Mon intention était de rechercher si l'absorption s'exécutait mieux après un bain prolongé; je n'ai pu faire des recherches à ce sujet. Les emplâtres ont une action, mais elle est aussi difficile à prévoir qu'à diriger; tantôt on obtient une irritation trop forte, tantôt nulle. Il est une pratique vulgaire qui me semble utile : c'est de faire la friction devant le feu ou le soleil. Une température élevée rend l'épiderme plus mou et moins

résistant. La desquamation des cellules superficielles se fait plus facilement et la pénétration aussi.

D. Causes d'erreurs. — Les réactions de l'iode et de la belladone, substances que j'ai habituellement employées, sont tellement sensibles que j'ai dû me tenir en garde contre toute espèce d'erreurs. Un malade qui prend son repas avec les mains encore enduites d'une pommade dont il vient de se frictionner peut très-bien en avaler un peu sans le savoir. L'absorption pulmonaire peut aussi servir de porte d'entrée aux substances volatiles. L'iode se dégage de la pommade iodée et de la pommade à l'iodure de potassium, et l'inspiration doit en entraîner dans le poumon une quantité qui doit être très-faible, d'après mes recherches, même quand la friction a lieu très-près de la face. Il en est de même de l'huile iodée. Au début de mes expériences j'avais pensé qu'il pouvait en être de même de l'onguent napolitain; mais j'ai vu de suite que la volatilité du mercure était trop peu active pour agir de la sorte. Frappé de l'odeur vireuse émanée d'un large emplâtre de belladone dont l'application avait amené la dilatation pupillaire, j'avais pensé que l'extrait de belladone pouvait dégager des principes volatils agissant par inhalation pulmonaire. Il y eut deux moyens bien simples de résoudre la question: le premier fut d'employer des collyres avec l'eau distillée de belladone et le second de faire des inhalations de vapeurs provenant de décoctions belladonées. Or dans aucun cas il n'y eut dilatation pupillaire, car l'atropine n'est pas volatile. A croire Soubeiran il n'en est pas de même de l'opium qui contient un principe volatil non encore isolé.

En résumé, l'inspiration pulmonaire peut fausser les résultats fournis par les frictions cutanées, mais dans des limites fort restreintes.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LA

NATURE FONCTIONNELLE DES RACINES

DU NERF PNEUMO-GASTRIQUE

ET DU NERF SPINAL

PAR LE PROFESSEUR

E.-M. VAN KEMPEN (1)

(Extrait des *Mémoires de l'Académie de médecine de Belgique*, 1863.)

Poussés par le besoin de généraliser une loi bien établie et de retrouver partout cette harmonie naturelle, cette uniformité de structure et de fonctions qu'on admire dans tout le règne organique, les anatomistes et les physiologistes s'efforcèrent d'étendre aux nerfs crâniens le principe découvert par Ch. Bell.

Logés en partie dans des canaux osseux de la base du crâne, profondément cachés par des couches nombreuses et épaisses, entourés de gros troncs artériels et veineux dont la lésion produit une mort immédiate, les nerfs crâniens se trouvent en quelque sorte soustraits, dans cette région, aux moyens excitants tels que la section, le pincement, l'électro-galvanisme, etc., à l'action desquels il faudrait les soumettre pour éveiller leurs forces générales ou spéciales; au moins cette disposition est-elle cause que les expériences ayant pour but de déterminer leur rôle respectif, ne peuvent être faites tellement près

(1) A l'exception de quelques pages d'historique, nous reproduisons textuellement cet important mémoire. Il est à regretter que l'auteur n'ait pas connu les belles recherches de M. Chauveau sur les nerfs pneumo-gastrique, spinal et autres de la base de l'encéphale, publiées dans le numéro d'avril 1862 de ce Journal. — Nous remercions M. Van Kempen d'avoir bien voulu nous prêter ses bois. B.-S.

de leur sortie du crâne qu'ils n'aient déjà reçu quelque rameau anastomotique d'un nerf voisin.

Pour appliquer donc le principe de Ch. Bell aux nerfs crâniens, les anatomistes ainsi que les physiologistes s'écartèrent de la route qui leur était tracée, et, négligeant les expériences directes sur les racines des nerfs crâniens chez les animaux vivants ou récemment tués et encore irritables, ils prirent pour unique base l'anatomie et la pathologie.

Les uns guidés par l'analogie et décomposant le crâne en un certain nombre de pièces, donnèrent à celle-ci le nom de *vertèbres crâniennes* et les comparèrent aux *vertèbres spinales.*

Cette comparaison ayant fourni des résultats importants, on eut bientôt l'idée d'établir également un parallèle entre les nerfs crâniens et les nerfs rachidiens. On subordonna le nombre des paires de nerfs crâniens à celui des vertèbres crâniennes, lequel était de trois pour les uns, de quatre pour les autres et l'on établit autant de groupes de nerfs, analogues aux paires de nerfs spinaux, qu'on avait admis de trous de conjugaison circonscrits par les vertèbres crâniennes. Ainsi Arnold (1) après avoir, avec Oken et Cuvier, réduit les os du crâne à trois vertèbres formant deux trous de conjugaison (l'antérieur représenté par la fente sphénoïdale ayant pour annexes le trou grand rond et le trou ovale, et le postérieur constitué par le trou déchiré postérieur, ayant pour annexe le trou condylien antérieur), Arnold, disons-nous, admet deux paires de nerfs crâniens semblables à deux paires de nerfs intervertébraux. La première se compose de l'oculo-moteur commun, de l'adducteur, du pathétique, du trijumeau et du facial; sa racine antérieure ou motrice est constituée par l'oculo-moteur commun, par l'adducteur, le pathétique, la petite portion du trijumeau et du facial ; sa racine postérieure ou sensitive est représentée par la grande portion du trijumeau. La seconde paire intervertébrale du crâne comprend le glosso-pharyngien, le nerf vague, l'accessoire de Willis et l'hypoglosse, de telle façon que la grosse racine du glosso-pharyngien et le *nerf vague correspondent à la partie postérieure,* tandis que la petite racine du glosso-pharyngien, *l'accessoire* et l'hypoglosse correspondent à la racine antérieure des nerfs spinaux.

(1) Bischoff, *Anatom. et Physiol. nerv. access.* Heidelberg. 1832, p. 86.

De Blainville (1), au contraire, admet quatre vertèbres crâniennes et réunit les nerfs du crâne en quatre paires ayant chacune son ganglion, mais passant par des trous percés dans les vertèbres crâniennes, au lieu de sortir par les trous de conjugaison que celles-ci interceptent.

Admettant avec Galien que les nerfs moteurs sont durs, tandis que les nerfs des sens sont mous, d'autres anatomistes voulurent faire l'application dc cette doctrine aux nerfs sensitifs.

Ainsi l'anatomie, très-utile pour la physiologie, en ce qu'elle est une source d'expériences et qu'elle enseigne la manière dont elles doivent être instituées, ne peut à elle seule conduire à des résultats positifs pour les fonctions des organes.

Il en est de même pour la pathologie. Car si cette science a fait faire de grands progrès à la physiologie, soit en confirmant des vérités connues, soit en fournissant de nouveaux sujets d'études, il n'en est pas moins vrai que, lorsqu'il s'agit d'établir des lois physiologiques, il faut toujours, lorsqu'il est possible, préférer l'expérience directe à l'observation des cas pathologiques. En effet, les phénomènes morbides sont si variés, si complexes, qu'il est souvent très-difficile et parfois impossible de faire la part à chaque organe; de manière que l'anatomie et la pathologie seules ne suffisent point pour constater la nature fonctionnelle des nerfs crâniens et qu'en les prenant pour guides uniques, on ne peut arriver qu'à des hypothèses toujours chancelantes sur leur base.

C'est pourquoi M. Bischoff s'appuya d'une part sur l'anatomie humaine et comparée, et d'une autre part sur l'expérimentation physiologique directe, pour démontrer que le *nerf pneumo-gastrique est un nerf sensitif et l'accessoire un nerf moteur*, qu'ils ont des origines distinctes et se trouvent entre eux dans le même rapport anatomique et physiologique *que les deux racines d'une paire rachidienne* (2), opinion déjà entrevue anatomiquement par Scarpa et plus tard, en 1805, par Goeres (3),

(1) De Blainville, *Répertoire des sciences naturelles.*

(2) Bischoff, *Anat. et Physiol. nerv. access.* Heidelberg, 1832. « Nervus accessorius Willisii est nervus motorius atque eamdem habet rationem ad nervum vagum qui sensibilitati solummodo præest quam antica radix nervi spinalis ad posticam. »

(3) Goeres, *Exposit. der Physiol.* 1805, p. 328.

qui avait dit, avant la découverte des propriétés des racines des nerfs par Ch. Bell, qu'on pouvait comparer les origines du vague et de l'accessoire aux deux racines d'une paire rachidienne; mais M. Bischoff eut le mérite d'introduire cette opinion dans la science, parce qu'elle était étayée de quelques expériences directes.

Cependant les physiologistes de cette époque, tels que J. Müller, Magendie et autres étaient plutôt ébranlés que convaincus par les observations de Bischoff, tant à cause de la difficulté de répéter les expériences de ce physiologiste célèbre que par les nombreuses objections qu'on pouvait faire aux considérations anatomiques sur lesquelles il basait sa manière de voir.

Personne n'ignore aujourd'hui que lorsqu'on coupe à leur origine toutes les racines postérieures des nerfs rachidiens, qui se rendent dans un membre, *la sensibilité seule se trouve complétement abolie*, tandis que si on agit uniquement sur les racines antérieures correspondantes, *la motilité seule est détruite dans le membre, qui a néanmoins conservé toute sa sensibilité.*

Il est facile de comprendre qu'il faut procéder de la même manière pour examiner les propriétés physiologiques de la prétendue paire pneumo-spinale. Cela se résume, comme le dit Bischoff, à couper le spinal avant son union avec le vague et la question est résolue, si, après cette section, la faculté motrice du nerf pneumo-gastrique est entièrement abolie ainsi que cela arrive après la destruction des racines antérieures des nerfs rachidiens qui se rendent dans un membre. C'est de cette manière que Bischoff a institué ses expériences.

Elles sont d'une exécution extraordinairement difficile sur les animaux vivants. En effet, il faut ouvrir le canal céphalo-rachidien, arrêter l'hémorrhagie des sinus crâniens, qui donnent des flots de sang, prévenir l'entrée de l'air dans les veines, isoler ensuite les racines du nerf spinal et du nerf vague, pour ne couper que celles de l'accessoire. Peut-on espérer qu'après cette mutilation exercée près du nœud vital, l'animal se trouve encore dans des conditions plus ou moins physiologiques pour qu'on puisse, avec certitude, attribuer les modifications observées à la section des racines du nerf spinal? Aussi ne sera-t-on pas surpris d'apprendre que sur sept expériences tentées par M. Bischoff, une seule lui parut probante. C'est la septième ou la dernière de ses expériences.

Sur un chevreau vigoureux, Bischoff ouvrit la portion du canal céphalo-rachidien qui correspond à l'origine de l'accessoire de Willis, arrêta plus ou moins l'hémorrhagie, fit la section complète de toutes les racines du nerf spinal droit et la voix devint rauque. A mesure qu'il les divisa du côté opposé, la voix s'éteignit graduellement et à la fin l'animal ne rendit plus qu'une espèce de son qui ne pouvait être qualifié du nom de *voix* (*qui neutiquam vox appellari potuit* (1).

Tiedemann et Seubert étaient présents à cette expérience. L'autopsie du chevreau faite par Bischoff en leur présence démontra que toutes les racines des spinaux avaient été coupées et que le vague était resté intact des deux côtés.

Bischoff ne refit plus cette expérience et il se félicita beaucoup d'avoir pu réussir une fois devant des témoins aussi illustres que ceux qui l'assistaient.

C'est d'après cette seule expérience que Bischoff (2) a conclu que le *spinal représentait la seule racine motrice du nerf vague!!!*

D'après cette seule expérience aussi il attribue au *nerf pneumo-gastrique des propriétés sensitives, sans avoir expérimenté directement sur les racines de ce nerf.* Au moins, pour juger de la nature fonctionnelle des racines antérieure et postérieure des nerfs spinaux, a-t-on appliqué les irritants sur les unes et sur les autres.

D'ailleurs ne peut-on pas objecter à l'expérience unique de M. Bischoff que si les racines du nerf pneumo-gastrique furent trouvées intactes à l'autopsie, il y eut cependant assez de sang épanché autour de la moelle allongée pour comprimer les racines de ce nerf et donner ainsi lieu aux mêmes effets que ceux qui surviennent après leur section?

Cette expérience unique faite dans des conditions si peu favorables était impuissante pour entraîner la conviction de tous les physiologistes.

(1) Bischoff, *l. c.*, p. 94.

(2) « Mihi jure videor id posse affirmari, quod hac disputatione volui probare : Nervum accessorium nimirum nervum motorium esse, ideo in parte vagi adscisi, ut motus quibus hic, qui sensificus tantummodo nervus est, præesse videtur, ipse perficiat; eumdem ergo præesse motibus quoque musculorum laryngis, undeque nervum esse vocalem. Verum hunc memorem esse velim me nusquam dixisse nervum accessorium vocalem tantummodo esse sed ubique censui accessorium nervum esse motorium, ideoque, ut me repetam, in partes vagi adscisi, ut omnes motus, quibus hic præesse videtur, ipse perficeret. » Bischoff, *l. c.*, p. 91.

J. Müller, l'illustre physiologiste de Berlin, en parlant des expériences de Bischoff sur le nerf accessoire, a, le premier, proposé d'appliquer aux racines des nerfs crâniens le même mode d'investigation qu'il avait suivi pour les racines des nerfs spinaux. Voici comment il s'exprime à cet égard (1) : « La même méthode d'expérimentation, *l'irritation mécanique ou galvanique des racines*, que j'ai appliquée aux nerfs spinaux, doit être employée pour les nerfs pneumo-gastrique et accessoire. On pourra voir ainsi si les irritants appliqués sur le nerf accessoire, dans le crâne d'un animal récemment tué, produisent des contractions dans l'œsophage, et si dans les mêmes circonstances, le nerf pneumo-gastrique n'en produit pas également. Une fois déjà, j'ai institué l'expérience de cette manière.

C'est en suivant cette méthode que M. Valentin (2), en 1839, et M. Volkmann (3), en 1840, ont fait de nombreuses expériences pour déterminer la nature sensitive ou motrice des nerfs crâniens, en appliquant à leurs racines, sur des animaux récemment tués et encore irritables, les excitants mécaniques et galvaniques.

Leurs expériences les ont conduits aux mêmes résultats pour la plupart des nerfs, mais ils se trouvent dans un désaccord complet sur le pneumo-gastrique. En effet, M. Valentin l'envisage comme nerf sensitif, la faculté motrice lui venant du rameau anastomotique de l'accessoire. Volkmann, au contraire, prétend qu'il est principalement nerf moteur.

Vers la même époque, en 1841, M. Longet (4) répéta les expériences de M. Bischoff, d'abord sur un chevreau et ensuite sur un chien, qui tous deux moururent d'hémorrhagie avant la fin de l'expérience. Plus tard, dans une autre circonstance, il obtint par la section des spinaux à la manière de Bischoff, de la raucité de la voix sur trois chiens, mais jamais aphonie complète. Enfin, ayant encore expérimenté avec le galvanisme, l'auteur conclut de la manière suivante : *Quoique dans toutes*

(1) *Physiol.* B. III, p. 664, 1838.
(2) Valentin, *De functionibus nervorum*. Bernæ, 1839.
(3) *Müller's Archiv.* 1840, bd. 475.
(4) *Recherches expérimentales sur les fonctions des nerfs et des muscles du larynx et sur l'influence du nerf accessoire de Willis dans la phonation*. Paris, 1841.

ces expériences, nous n'ayons pas pu parvenir à des résultats absolus, il n'en est pas moins vrai que ceux qui se sont offerts à notre observation confirment la doctrine dans laquelle une portion du nerf spinal est réputée animer les muscles du larynx (1).

Dans son *Anatomie et physiologie du système nerveux*, publiée en 1842, M. Longet, sans citer cependant d'autres faits, finit par se prononcer formellement pour la doctrine de Bischoff (2).

« Le *pneumo-gastrique* préside, dit-il :

« 1° A la *sensibilité* des membranes muqueuses laryngée, trachéale, bronchique, pharyngée, œsophagienne et stomacale :

« 2° Peut-être influence-t-il la sécrétion biliaire.

« *L'accessoire de Willis* anime les muscles du larynx, le tissu contractile de la trachée et des bronches, les trois muscles constricteurs pharyngiens, les membranes musculaires de l'œsophage, de l'estomac et enfin les muscles sterno-cléïdo-mastoïdien et le trapèze. »

Ainsi donc, en 1842, MM. Bischoff, Valentin et Longet prétendent que le *nerf pneumo-gastrique est un nerf purement sensitif* et que *les fibres motrices* qu'il fournit aux organes charnus proviennent de la *branche interne* qu'il reçoit de l'accessoire de Willis, tandis que M. Volkmann soutient d'une autre part que le pneumo-gastrique renferme dans ses racines mêmes toutes les fibres motrices qu'il fournit sur son trajet, c'est-à-dire que *le nerf pneumo-gastrique est un nerf moteur* ou plutôt *mixte* dès son origine et que le nerf accessoire ne préside à d'autres mouvements qu'à ceux des muscles sterno-cléïdo-mastoïdien et trapèze.

C'est cette divergence d'opinions entre les physiologistes les plus célèbres qui m'a engagé vers cette époque, en 1842, à essayer quelques expériences physiologiques, autant pour constater de quel côté se trouvait la vérité que pour étudier dans son ensemble l'action du pneumo-gastrique, qui, par l'étendue de sa distribution et par l'importance des organes auxquels il se rend, est un des nerfs les plus remarquables de l'économie.

(1) Longet, *l. c.*, p. 30, 31.
(2) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme.* Paris, 1842, t. II, p. 266.

recours à l'expérimentation directe, et sur un grand
maux, chiens et lapins, *morts par hémorrhagie*,
ritables, j'ai mis à nu le pharynx, l'œsophage
x, en enlevant la portion cervicale de la co-
'ai ouvert ensuite la portion occipitale du
avec tous les soins voulus les différents
ricité, le pincement et l'incision, sur
pneumo-gastrique et du nerf acces-

rivé aux conclusions suivantes :
o-gastrique renferment des
sent les mouvements des
pharyngo-staphylin, des
sophage ;
staphylin, les muscles du
pas sous l'influence motrice du

cessoire n'étend point son action aux mus-
ux, ni à ceux du larynx, ni à l'œsophage, car dans
s expériences rapportées dans mon mémoire, le sterno-
ido-mastoïdien seul s'est contracté sous l'irritation des racines de ce nerf (le muscle trapèze avait été enlevé avec la portion cervicale de la colonne vertébrale, pour mettre le pharynx à découvert (2.)

Ces résultats, quant à la nature mixte, sensitive et motrice, des racines du nerf pneumo-gastrique, ont été admis par J. Müller (3), par Cl. Bernard (4), par Bischoff lui-même (5), par Ludwig (6), par Béclard (7).

Cependant dans la dernière édition de son Traité de physio-

(1) Van Kempen, *Essai expérimental sur la nature fonctionnelle du nerf pneumo-gastrique, précédé de considérations sur les mouvements réflexes*. Louvain, 1842.

(2) Van Kempen, *l. c.*, p. 36 et 90.

(3) J. Müller, *Manuel de physiologie*, trad. par Jourdan. Paris, 1845, t. 1, p. 569.

(4) Cl. Bernard. *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*. Paris, 1858, t. II, p. 262, 263.

(5) *Müller's Archiv. Comptes rendus de la physiologie*, par Bischoff, année 1846, p. 82, 83, et *Schmidt's Jahrbücher*, Bd. 44, p. 9.

(6) Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Bd. I, p. 161, Heidelberg, 1852.

(7) Béclard, *Traité élémentaire de physiologie humaine*. Paris, 1862, p. 95.

logie, publiée en 1860, M. Longet maintient l'ancienne doctrine de Bischoff et se range du côté de Valentin.

Voici ce qu'il dit à cet égard (1) :

« Une question capitale et dominant l'histoire physiologique de ce nerf (pneumo-gastrique) est celle de savoir si, dès son origine, il est *mixte* ou s'il est *purement sensitif*. Avec plusieurs physiologistes recommandables, j'ai toujours professé cette dernière opinion qu'aujourd'hui encore je ne crois pas devoir abandonner malgré la vive opposition qu'on lui a faite. J'essayerai, au contraire, de la défendre à l'aide d'arguments nouveaux, puisés soit dans mes propres recherches, soit dans celles d'autres expérimentateurs, tout en signalant la vraie origine des fibres nerveuses auxquelles le pneumo-gastrique emprunte sa faculté motrice. Puissé-je faire partager aux physiologistes mes convictions sur ce dernier point de la science, convictions basées sur des observations et des expériences que je crois également rigoureuses. »

Puis il ajoute :

« C'est une vérité généralement admise que toutes les racines des nerfs spinaux, qui s'aperçoivent au niveau du sillon collatéral postérieur de la moelle sont seulement en rapport avec l'exercice de la sensibilité. Or, les filets originels du pneumo-gastrique se trouvent précisément sur la même ligne que ces racines et semblent émerger du faisceau postérieur du bulbe rachidien; de plus, ce nerf est pourvu d'un ganglion, comme chacune des racines spinales postérieures.

« Sur des chiens de haute taille et sur des chevaux, j'ai isolé dans le crâne, avec le soin le plus minutieux, le pneumogastrique du bulbe et des filets les plus élevés du spinal, afin d'éviter *tout mouvement réflexe* et toute dérivation de courant sur ce dernier nerf; puis j'ai fait agir l'électricité exclusivement sur les filets d'origine du pneumo-gastrique sans avoir jamais vu survenir le plus léger frémissement soit dans les muscles du larynx et du pharynx, soit dans la tunique musculeuse de l'œsophage ou ailleurs.

« Mais aussi je n'ai jamais manqué de faire voir à tous ceux qui ont assisté à mes cours de vivisections *combien il est facile*

(1) Longet, *Traité de physiologie*. Paris, 1860, t. II, p. 499.

d'obtenir des résultats contraires, en négligeant seulement une de ces précautions. Il suffit, par exemple, *de mouiller un peu la lame du verre ou le taffetas verni servant à isoler les deux nerfs, pour que le courant réagisse aussitôt sur les filets supérieurs du spinal, d'où des contractions manifestes dans les précédents organes.*

« En donnant à ces résultats négatifs la même signification qu'à ceux qu'on obtient de l'application de l'électricité aux racines spinales postérieures, au nerf lingual ou aux autres divisions de la portion ganglionnaire du trijumeau, on est donc amené à conclure que le pneumo-gastrique est exclusivement sensitif depuis son origine au bulbe jusqu'au ganglion d'Ehrenritter (1). »

En résumé, voici l'état actuel de nos connaissances physiologiques relatives à la nature fonctionnelle des racines du nerf pneumo-gastrique et du nerf spinal : d'un côté, par l'expérimentation directe, dont les résultats ont été publiés en 1842, j'ai démontré que le nerf pneumo-gastrique renferme dans ses racines mêmes les fibres nerveuses motrices pour les différents organes charnus auxquels ce nerf se distribue. Ce résultat a été admis par les physiologistes les plus célèbres de cette époque. De l'autre côté, dans la nouvelle édition de son Traité de physiologie, publiée en 1860, M. Longet soutient que le nerf pneumo-gastrique est, au contraire, purement sensitif, depuis son origine jusqu'au ganglion d'Ehrenritter.

D'après cet état de la question, je n'ai pu m'empêcher de la soumettre à de nouvelles investigations et d'examiner en même temps la valeur des observations et des arguments allégués par M. Longet. D'autant plus, que j'y étais pour ainsi dire convié par les paroles suivantes de M. Funke, physiologiste très-distingué de l'Allemagne.

« Les contradictions qui ont cours dans la science sur la nature fonctionnelle du nerf pneumo-gastrique ne peuvent être élucidées sans de nouvelles expériences. Cependant les résultats négatifs des recherches de M. Longet pour l'action motrice du nerf pneumo-gastrique nous paraissent d'une grande valeur aussi longtemps que dans les expériences positives, opposées à celles du célèbre physiologiste français, on n'ait pas pris

(1) Longet, *l. c.*

Passons à l'examen de sa preuve capitale, à savoir « qu'en appliquant l'électricité avec tous les soins voulus sur les racines du nerf pneumo-gastrique, M. Longet n'a jamais pu observer le plus léger frémissement soit dans les muscles du larynx et du pharynx, soit dans la tunique musculeuse de l'œsophage ou ailleurs et qu'il est facile d'obtenir des résultats contraires en négligeant seulement une des précautions voulues; il suffit, par exemple, de mouiller un peu la lame de verre ou de taffetas verni servant à isoler les deux nerfs (le nerf vague et le nerf spinal) pour que le courant réagisse aussitôt sur les filets supérieurs du spinal d'où des contractions manifestes dans les précédents organes. »

La conclusion de M. Longet est évidente : en d'autres termes il dit que si, dans mes expériences publiées en 1842 et qu'il cite page 499 du deuxième volume de son traité de physiologie, j'ai observé la contraction des muscles du pharynx, du larynx et de l'œsophage, par l'application de l'électricité sur les racines du nerf pneumo-gastrique, c'est parce que je n'ai point pris les précautions voulues et qu'il y a eu une dérivation de courant électrique du nerf pneumo-gastrique au nerf spinal, que j'ai irrité, en définitive, ce dernier nerf et que par conséquent j'ai provoqué la contraction des muscles auxquels il préside suivant l'opinion de M. Longet.

Pour détruire cette objection capitale de M. Longet contre la valeur de mes recherches antérieures sur les racines du nerf pneumo-gastrique et du nerf spinal, je dois déclarer que dans mes expériences publiées en 1842, je ne me suis pas borné à appliquer l'électricité sur les racines du nerf pneumo-gastrique, mais qu'immédiatement après avoir irrité ce dernier nerf, j'ai fait *la même opération sur les racines du nerf spinal* et jamais je n'ai pu, dans ce dernier cas, obtenir le plus léger frémissement soit dans les muscles du larynx et du pharynx, soit dans la tunique musculeuse de l'œsophage. L'irritation directe des racines du nerf spinal était suivie de la contraction des muscles du cou auxquels se distribue sa branche externe. Très-souvent, j'ai constaté dans ces expériences les mêmes effets par le pincement seul des racines de l'un et de l'autre nerf. Ces résultats, qui devraient entraîner la conviction des physiologistes les plus prévenus, ne peuvent donc pas être attribués à une dérivation du courant électrique des racines pneumo-gastrique sur celles

de l'accessoire, puisqu'en appliquant l'électricité sur les racines de ce dernier nerf, je n'ai pu provoquer les mouvements obtenus par l'irritation des racines du nerf pneumo-gastrique. C'est en même temps la preuve la plus irrécusable que l'électricité a été appliquée avec tous les soins voulus; car, dans le cas contraire, les effets observés auraient été les mêmes sous l'influence de l'irritation des racines de l'un et de l'autre nerf.

Mais afin de faire disparaître le moindre doute à l'égard de la nature motrice des racines du pneumo-gastrique, j'ai institué un grand nombre de nouvelles expériences, *sans l'intervention de l'électricité*, et dans lesquelles j'ai irrité les racines du nerf pneumo-gastrique et du nerf spinal par l'incision et le pincement seuls.

En communiquant à la savante Compagnie les résultats auxquels je suis arrivé, je la prie de croire que je serai toujours prêt à lui en démontrer l'exactitude.

MODE OPÉRATOIRE.

Ces nouvelles recherches ont été faites sur des animaux récemment tués et encore irritables, parce qu'il est impossible d'expérimenter directement sur les racines de ces nerfs chez les animaux vivants, à cause de l'hémorrhagie considérable qui survient par l'ouverture des sinus crâniens; et parce que les animaux ainsi mutilés par l'opération pratiquée pour arriver aux racines du nerf pneumo-gastrique et du nerf spinal, se trouvent dans un état si peu physiologique qu'il devient impossible de juger avec certitude du résultat obtenu par la section des racines de l'un et de l'autre nerf dans le crâne. Après la mort, au contraire, aussi longtemps que l'animal est irritable, on peut par les divers irritants appliqués sur les racines des nerfs, provoquer les mouvements des muscles auxquels ils président et juger ainsi de leur nature motrice ou sensitive par l'existence ou l'absence des contractions musculaires sous l'influence de leur irritation.

1° J'ai fait mourir *par hémorrhagie* tous les animaux soumis à l'expérimentation, en ouvrant largement les gros vaisseaux de la cuisse par une incision transversale pratiquée au niveau de l'aîne. De cette manière, on conserve la région occipitale et celle de la nuque intactes, en même temps qu'on n'est plus

géné par le sang, soit pour mettre les organes du cou à nu, soit pour aller à la recherche des racines des nerfs dans le canal céphalo-rachidien.

2° On pratique ensuite une incision antéro-postérieure sur le milieu de la nuque, depuis la région dorsale jusqu'à l'occiput et qu'on prolonge par le sommet de la tête jusque près du museau.

3° Après avoir suffisamment isolé la colonne vertébrale par des incisions pratiquées sur les parties latérales de la nuque, on passe les doigts derrière l'œsophage, entre cet organe et la colonne vertébrale, on porte en même temps les vaisseaux et les nerfs du cou en avant, pour pouvoir couper le rachis près de la région dorsale au moyen d'un sécateur, et ensuite par une deuxième section au-dessous de l'axis, afin d'enlever toute la portion cervicale de la colonne vertébrale.

4° A l'aide de petits sécateurs chez le lapin, et au moyen de la gouge et du maillet chez le chien, on ouvre ensuite le crâne au niveau des pariétaux pour procéder ainsi d'avant en arrière, enlever l'occipital et la partie postérieure des deux premières vertèbres cervicales.

5° Pour examiner la contraction des muscles du larynx, on incise longitudinalement le pharynx sur la ligne médiane, on enlève la muqueuse qui tapisse la paroi postérieure du larynx et au besoin on peut même enlever une partie du cartilage thyroïde.

6° Tout étant ainsi disposé, on procède à l'irritation des racines du nerf dont on veut examiner la nature fonctionnelle, *par l'incision et le pincement.*

Pour cette dernière partie de l'expérimentation, j'ai rangé mes expériences en trois séries.

A. PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Dans ces expériences, pratiquées le 6 novembre 1862, sur deux lapins et un chien, et le 13 du même mois, encore sur deux lapins et un chien, j'ai enlevé d'abord le cerveau, le cervelet et sans ouvrir le pharynx, pour voir les muscles du larynx, j'ai coupé les racines du nerf pneumo-gastrique; cette section était accompagnée de la contraction brusque et spasmodique des muscles constricteurs du pharynx et de la couche charnue de l'œsophage. J'ai incisé ensuite d'avant en arrière les racines bulbaires et médullaires du nerf spinal, sans occasionner d'autres contractions que dans

les muscles de l'épaule auxquels se distribue la branche externe du nerf spinal.

Après avoir enlevé le bulbe rachidien et la partie supérieure de la moelle épinière, j'ai irrité, par le pincement et par l'incision, d'abord les racines du nerf pneumo-gastrique et spécialement les antérieures, c'est-à-dire les plus éloignées de celles du nerf accessoire de Willis, et chaque fois cette irritation était suivie de la contraction des muscles constricteurs du pharynx et de la partie charnue de l'œsophage, tandis qu'en agissant de la même manière sur les racines du spinal, il était impossible de remarquer le plus léger frémissement dans ces organes, l'irritation de ce nerf ne provoquant qu'une contraction spasmodique et instantanée dans les muscles de l'épaule.

RÉSUMÉ

DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LA PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

L'irritation directe des racines du pneumo-gastrique par l'incision et le pincement a donné lieu à la contraction des muscles auxquels ce nerf se distribue, c'est-à-dire des muscles constricteurs du pharynx et de l'œsophage (le larynx, le cœur et l'estomac n'avaient point été mis à découvert).

Le même mode d'irritation appliqué sur les racines du nerf spinal n'a provoqué que la contraction des muscles auxquels se distribue sa branche externe: les musles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze.

Afin d'isoler plus convenablement les racines des deux nerfs soumis à l'expérimentation, et pour prévenir l'objection qu'en pinçant ces racines près de leur sortie par le trou postérieur il est difficile de ne pas les confondre, j'ai institué les expériences comprises dans les deux séries suivantes:

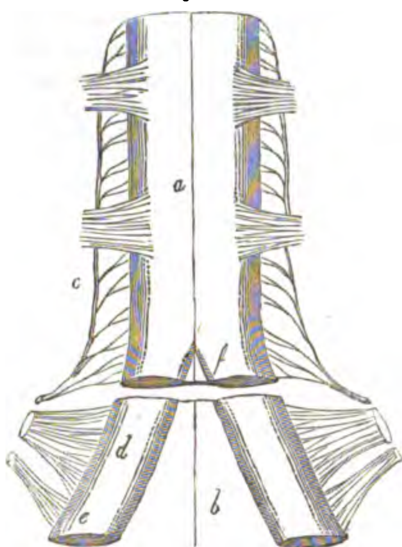
B. DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Le 4 décembre 1862, sur quatre lapins soumis successivement à l'expérimentation, après avoir enlevé la portion cervicale de la colonne vertébrale et avant d'ouvrir le canal céphalo-rachidien, j'ai pratiqué une incision longitudinale sur la ligne médiane de la paroi postérieure du pharynx pour pouvoir observer la contraction des muscles du larynx. Lorsque la moelle allongée et la moelle épinière étaient bien mises à découvert, j'ai irrité, au moyen d'une petite pince et en les touchant seulement, les racines du nerf accessoire de Willis. Cette irritation était suivie de la contraction des muscles constricteurs du pharynx, de ceux du larynx, de la membrane charnue de l'œsophage et de quelques muscles de l'épaule. En

faisant la même manœuvre sur les racines du nerf pneumo-gastrique, j'obtenais le même résultat, moins la contraction des muscles de l'épaule auxquels se rend la branche externe du spinal.

Par une section transversale de la partie inférieure de la moelle allongée, je séparais ensuite complétement les racines des deux nerfs et des deux côtés, de manière cependant qu'elles restaient attachées à la portion correspondante du centre nerveux cérébro-spinal, sans pouvoir communiquer entre elles par ce centre (v. fig. 1). La section transversale de la moelle allongée provoquait une contraction instantanée et spasmodique des muscles auxquels se distribuent les nerfs pneumo-gastrique et accessoire de Willis.

Fig. 1.



a. Moelle épinière.
b. Moelle allongée.
c. Nerf spinal.
d. Nerf pneumo-gastrique.
e. Nerf glosso-pharyngien.
f. Section du centre nerveux entre les racines des deux nerfs.

Lorsque, par la section transversale de la partie inférieure de la moelle allongée, les deux nerfs de chaque côté étaient bien séparés l'un de l'autre en restant cependant en rapport de continuité avec la partie correspondante du centre cérébro-spinal qui leur sert d'origine, j'ai irrité séparément et successivement le bout de la moelle épinière qui correspond à l'origine du nerf spinal et ensuite les racines elles-mêmes de ce nerf, par le pincement et par l'incision, *sans pouvoir provoquer d'autre mouvement que celui des muscles auxquels se distribue la branche externe de ce nerf.*

En agissant, au contraire, sur le bout isolé de la moelle allongée qui était resté en rapport avec les racines du nerf pneumo-gastrique et ensuite sur ces racines elles-mêmes, l'irritation de ce bout de la moelle allongée ou des racines du nerf pneumo-gastrique, par le pincement et par l'incision, était toujours suivie de la contraction spasmodique et instantanée des muscles constricteurs du pharynx, de ceux du larynx et de la membrane charnue de l'œsophage. Je n'ai pas cherché à connaître son action sur le cœur ni sur l'estomac. Je n'avais pour but que de démontrer l'exactitude de mes expériences antérieures et que les racines du nerf pneumo-gastrique renferment des fibres motrices.

RÉSUMÉ

DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES EXPÉRIENCES DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

Dans les expériences de cette série, il y a deux temps à considérer. Pendant le premier temps, avant la section transversale du centre cérébro-spinal entre l'origine des deux nerfs soumis à l'expérimentation, ces deux nerfs communiquent entre eux par l'intermédiaire de ce centre. En irritant alors les racines du nerf spinal, on provoque la contraction des muscles constricteurs du pharynx, de ceux du larynx et de quelques muscles de l'épaule. On produit, par l'irritation des racines du nerf pneumo-gastrique, le même effet moins la contraction des muscles auxquels se rend la branche externe du spinal.

Pendant le deuxième temps de l'expérience, lorsque, par une section transversale, la moelle épinière est séparée de la moelle allongée, en conservant cependant l'insertion des racines des deux nerfs sur les deux bouts correspondants du centre cérébro-spinal, les résultats obtenus ne sont plus les mêmes. L'irritation des racines du nerf spinal et du bout correspondant de la moelle épinière ne produit que la contraction de quelques muscles de l'épaule. L'irritation des racines du pneumo-gastrique, au contraire, produit seule la contraction des muscles constricteurs du pharynx, de ceux du larynx et de la membrane charnue de l'œsophage.

Par conséquent, l'irritation faite dans le premier temps sur les racines du nerf accessoire provoque la contraction des muscles du larynx, du pharynx et de l'œsophage par *une action réflexe* sur les racines du nerf pneumo-gastrique; puisqu'en interrompant toute communication entre ces deux nerfs par une section transversale du centre cérébro-spinal, au niveau de la séparation de leurs racines (v. fig. 1), l'irritation des racines du nerf spinal n'est plus suivie que de la contraction de quelques muscles de l'épaule; tandis que celle des racines du nerf pneumo-gastrique donne lieu à la contraction des muscles du larynx, du pharynx et de l'œsophage, de la même manière comme lorsqu'on irrite les racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux, avec ou sans conservation de la continuité de ces racines avec la moelle épinière. Aussi longtemps que les

racines des nerfs spinaux communiquent entre elles par l'intermédiaire de la moelle épinière, on provoque la contraction des muscles animés par des nerfs spinaux en irritant soit les racines sensitives, soit les racines motrices de ces nerfs. L'irritation des racines sensitives produit par l'intermédiaire du centre nerveux une action réflexe sur les racines antérieures ou motrices, et on obtient ainsi le même effet comme si l'irritation était appliquée sur les racines antérieures elles-mêmes. Mais il n'en est plus de même lorsqu'on a détruit préalablement la moelle épinière. Dans ce cas, l'irritation des racines antérieures ou motrices seule est suivie de la contraction des muscles correspondants, tandis que celle des racines sensitives n'est suivie d'aucune contraction musculaire.

Les expériences de cette série prouvent donc :

1° Que le *nerf spinal* renferme des *fibres sensitives*, puisqu'en irritant les racines de ce nerf pendant le premier temps de l'expérience on provoque la contraction des muscles auxquels se distribue le nerf pneumo-gastrique, par *une action réflexe* transmise aux racines du nerf pneumo-gastrique par l'intermédiaire de la moelle épinière et de la moelle allongée; car ces mouvements ne surviennent plus par l'irritation des racines du spinal lorsqu'on a interrompu toute communication entre ce nerf et le nerf vague par le centre cérébro-spinal, tandis que dans ces dernières conditions ils se produisent encore par l'irritation des racines du nerf pneumo-gastrique seul;

2° Que *le nerf spinal ne renferme d'autres fibres motrices que celles qu'il fournit par sa branche externe à quelques muscles de l'épaule, au sterno-cléido-mastoïdien et au trapèze*; puisque ces mouvements seuls persistent lorsqu'on agit par les irritants, tels que le pincement et l'incision sur les *racines isolées* de ce nerf, soit directement, soit par l'intermédiaire de la portion de la moelle dont il prend son origine;

3° Que *les racines du nerf pneumo-gastrique seul renferment les fibres motrices qui président à la contraction des muscles constricteurs du pharynx, des muscles du larynx et de la tunique charnue de l'œsophage* et qu'on en peut provoquer la contraction soit par une action réflexe, soit par une action directe sur les racines de ce nerf.

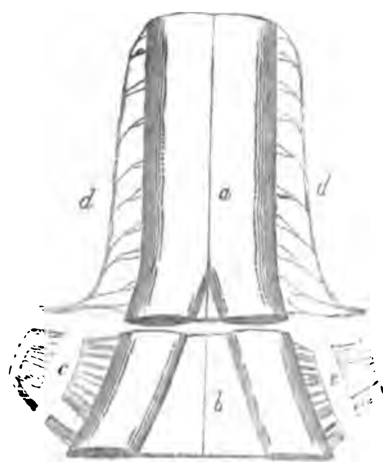
Les expériences de cette série suffiraient à elles seules pour établir de la manière la plus rigoureuse l'exactitude de ma

thèse, à savoir : *que le nerf pneumo-gastrique renferme dès son origine les fibres motrices pour les parties charnues auxquelles il se distribue pendant son trajet, et que le nerf spinal ne fournit pas de fibres motrices au nerf pneumo-gastrique.* Mais afin de lever le moindre doute à cet égard et de pouvoir convaincre même les plus prévenus, j'ai institué une troisième série d'expériences.

C. TROISIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Dans ces expériences, pratiquées le 11 décembre 1862 sur deux lapins et sur deux chiens, après avoir tué ces animaux par hémorrhagie, enlevé la portion cervicale de la colonne vertébrale et incisé le pharynx pour voir les muscles du larynx, j'ai ouvert le canal céphalo-rachidien. Tout étant ainsi disposé, j'ai fait la section des racines du nerf pneumo-gastrique seul, de chaque côté, au moyen de petits ciseaux, et en procédant d'avant en arrière jusqu'à l'origine bulbaire du nerf spinal. Cette section était accompagnée de la contraction spasmodique et instantanée de tous les muscles auxquels se distribue le nerf pneumogastrique. Après cette opération les nerfs accessoires des deux côtés restaient seuls en rapport avec le centre cérébro-spinal (v. fig. 2). Par l'incision transversale pratiquée à la partie inférieure de la moelle allongée immédiatement au-dessus de l'origine des deux nerfs spinaux, je n'ai pu provoquer d'autre contraction musculaire que celle des muscles de l'épaule auxquels se rend la branche externe de ces nerfs. J'ai obtenu le même résultat en irritant les racines de ce nerf, ou la partie correspondante de la moelle épinière, par le pincement et par l'incision.

Fig. 2.



a. Moelle épinière.
b. Moelle allongée.
c. Section des nerfs pneumo-gastriques.
d. Racines des nerfs accessoires de Willis.

RÉSUMÉ

DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES EXPÉRIENCES DE LA TROISIÈME SÉRIE.

L'incision des racines du nerf pneumo-gastrique seul donne lieu à la contraction des muscles auxquels se distribue le nerf. L'irritation du nerf spinal bien isolé et encore en rapport avec

le centre nerveux cérébro-spinal ne provoque d'autre mouvement que celui des muscles de l'épaule auxquels se distribue sa branche externe.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Ces expériences prouvent à l'évidence :

1° Que les racines du nerf pneumo-gastrique renferment les fibres motrices qui président aux mouvements des muscles constricteurs du pharynx, des muscles du larynx et de la tunique charnue de l'œsophage ;

2° Que les racines du nerf spinal, au contraire, renferment des fibres sensitives et des fibres motrices qui président aux mouvements des muscles de l'épaule, auxquels se distribue la branche externe de ce nerf ;

3° Que ces résultats sont les mêmes que ceux que j'ai obtenus, en 1842, par l'application de l'électricité sur les racines de ces nerfs ; que par conséquent ces effets ne peuvent être attribués à une dérivation de courant électrique, puisqu'on peut les provoquer par d'autres irritants, tels que le pincement et l'incision, dont je me suis servi exclusivement dans ces trois séries d'expériences.

Il est difficile à dire pourquoi M. Longet, physiologiste habile et professeur à l'Université de Paris, n'a pas obtenu les mêmes effets par l'application de l'électricité sur les racines de ces nerfs ; tandis que déjà antérieurement, en 1842, par l'emploi de courants galvaniques je suis arrivé à des résultats aussi opposés à ceux de M. Longet que ceux fournis par mes nouvelles expériences, sans l'intervention d'autres irritants que le pincement et l'incision. Cependant, que M. Longet veuille bien me permettre de lui demander pourquoi le plus souvent il n'a pas pu provoquer des mouvements de l'iris par l'irritation galvanique ou mécanique du nerf moteur oculaire commun, tandis que beaucoup d'autres physiologistes ont obtenu cet effet (1); pourquoi, enfin, il explique les mouvements de la glotte et ceux du pharynx, qui persistent après la section des nerfs accessoires, par l'influence de rameaux anastomotiques du

(1) Longet, *Traité de physiol.*, t. II, p. 540.

facial, de l'hypoglosse, des nerfs cervicaux et même du grand sympathique, sans l'avoir démontré par une seule expérience ou observation qui pourrait servir de preuve (1).

Par l'arrachement du nerf spinal, près du trou déchiré postérieur, M. Cl. Bernard a produit l'extinction de la voix chez les animaux auxquels il avait pratiqué cette opération, en même temps qu'il constatait la persistance des mouvements respiratoires du larynx, ce qui a conduit cet illustre physiologiste à admettre deux nerfs moteurs pour le larynx : l'un *vocal*, fourni par le nerf spinal, et l'autre *respiratoire*, dépendant du nerf pneumo-gastrique (2).

L'arrachement du nerf spinal, près du trou déchiré postérieur, tel que le pratique M. Cl. Bernard, ne peut donner des résultats aussi positifs que ceux qu'on obtient en agissant directement sur les racines des nerfs crâniens chez des animaux tués par hémorrhagie et encore irritables; parce que l'arrachement du nerf spinal peut être suivi de quelque modification ou altération pathologique des éléments primitifs du centre nerveux, par exemple des cellules nerveuses qui servent d'origine au nerf pneumo-gastrique et faire naître ainsi le doute si, par cette manière d'expérimenter, on n'a pas agi indirectement sur les fibres motrices renfermées dans le nerf pneumo-gastrique. Des objections aussi sérieuses ne peuvent pas être faites à mes expériences.

Puissent ces expériences faire partager aux physiologistes mes convictions sur la nature motrice des racines du nerf pneumo-gastrique, convictions basées sur des observations et des expériences que je crois également rigoureuses !

(1) Longet, l. c., t. II, p. 508.

(2) Cl. Bernard. *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*. Paris, 1858, t. II, p. 314.

II.

REVUE DE LIVRES.

Physiological Researches, by John Davy, M. D., F. R. S., etc. Londres, 1863, in-8°, 448 pages.

L'auteur de ce livre est un des physiologistes les plus laborieux de notre siècle. La science lui doit des recherches aussi variées et intéressantes que nombreuses. Depuis l'année 1839, où il a publié en deux volumes ses recherches originales antérieures (*Researches Physiological and Anatomical*, 2 vol., in-8°.), il a publié un grand nombre de mémoires dans divers recueils scientifiques. D'après notre avis, l'auteur s'est décidé à donner au public, dans le volume que nous allons analyser, ces mémoires enfouis dans des collections qu'on ne lit guère, en y ajoutant beaucoup de travaux inédits. Nous croyons avoir rendu service à la science en obtenant de l'auteur de faire cette nouvelle publication et nous espérons que le monde savant nous en saura gré.

La collection de travaux formant ce nouveau volume se compose de quarante quatre mémoires ou notes. Comme les sujets traités dans ces mémoires sont extrêmement variés et sans connexion l'un avec l'autre, nous les analyserons séparément, dans l'ordre suivi par l'auteur lui-même.

Le premier Mémoire a pour objet des *Observations diverses sur la chaleur animale*. On sait que l'auteur a depuis très-longtemps annoncé que certains poissons (de la famille des *Scombres*) ne sont probablement pas des animaux à sangfroid. En 1841, il a eu l'occasion de faire, sur des *Pélamydes*, des expériences qui lui ont montré que la température des muscles de trois de ces poissons était de 7 à 12° Fahr. (3°,88 à 6°,66 cent.) au-dessus de celle de l'eau et de 4° Fahr. (2°,22 cent.) au-dessus de celle de l'air. L'auteur fait remarquer que cette faculté d'avoir une chaleur propre existe chez des poissons qui ont un sang extrêmement riche en globules rouges. Il a trouvé que le sang des Pélamydes a une densité de 1°,70, tandis que le sang des poissons qui n'ont pas de chaleur propre a une densité à peine supérieure à celle du sérum.

Nous avons eu l'occasion, en 1854, de constater l'existence d'une chaleur propre sur plusieurs bonites *(Thynnus Pelamys*, Cuv. et Val.*)*. La température des masses musculaires sur les côtés de la colonne vertébrale était de 6 à 7° cent. (11 à 12°,6 Fahr.) supérieure à celle de la mer (océan Atlantique, près des Açores), et de 4 à 5° cent. (7 à 9° Fahr.) supérieure à celle

de l'air. Il n'est donc pas douteux que certains poissons ont une chaleur propre. Cela ressort aussi de faits rapportés dans le cinquième Mémoire.

La chaleur animale chez les vieillards a été fort peu étudiée. L'auteur donne les résultats de ses recherches sur plusieurs vieillards, de 80 à 95 ans, montrant que la température est à cet âge plutôt au-dessus qu'au-dessous de celle des adultes.

L'auteur a démontré depuis longtemps que la température du corps de l'homme varie avec celle du milieu ambiant. Il rapporte de nouveaux faits montrant combien est grande l'influence de la température de l'air sur celle du corps humain.

Dans le même Mémoire il nous donne les résultats d'expériences sur l'influence de l'exercice sur la chaleur animale. La conclusion générale est que la température des parties profondes chez l'homme n'est qu'à peine ou nullement augmentée par un exercice modéré, tandis que celle des extrémités est notablement accrue.

Le second Mémoire est intitulé : *Sur la température de l'homme*. Le principal objet de l'auteur est de confirmer, par des recherches plus précises, les résultats de ses travaux précédents à l'égard de la variabilité de la température de l'homme et des causes des différences de cette température. Les premiers faits qu'il rapporte montrent : 1° que la température prise sous la langue est à peu près au maximum à l'instant du réveil le matin; 2° qu'elle persiste à un assez haut degré avec quelques fluctuations jusqu'à la fin de la journée; 3° qu'elle est au minimum vers le milieu de la nuit, bien qu'alors l'air de la chambre ait été en général plus chaud que dans la journée. Le pouls et le nombre des respirations ont subi les mêmes modifications que le degré de la chaleur animale. De nouvelles expériences sur l'influence de l'exercice (mais plus actif que dans les recherches déjà mentionnées) ont montré que la température du corps humain s'augmente presque en proportion du degré d'activité de l'exercice. D'autres expériences montrent que l'exercice en voiture est une cause d'abaissement de la température du corps (prise sous la langue).

Quelques faits mentionnés par l'auteur montrent combien est grande l'influence du froid. La température au-dessous de la langue est tombée de 1 à 2° Fahr. au moins après l'exposition à une température de 32 à 42° Fahr. (0 à 5°,5 cent.) dans une église, durant le service religieux. Un résultat bien moins prévu que le précédent est que le travail de tête produit une élévation de la température sous la langue. Contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, un repas copieux abaisse le degré de la chaleur animale.

Le troisième Mémoire contient une confirmation du résultat général des recherches célèbres de l'auteur sur l'influence du passage d'un climat dans un autre sur la chaleur animale. Dans un voyage d'Angleterre aux Barbades, il a constaté que la température du corps s'élevait rapidement. Profitant de son séjour entre les tropiques, il a constaté le fait singulier que dans ce climat la température du corps au réveil est moindre qu'en Angleterre, d'où il semble résulter que la chaleur animale s'abaisse davantage pendant le sommeil dans un climat chaud que dans un climat tempéré. Dans le même Mémoire, il donne les résultats de quelques expériences montrant que l'exposition à une température élevée (de 104 à 111° Fahr. ou plus —

40 à 43°,9 cent.), pendant un quart d'heure ou plus, fait élever la température de l'homme de 1 à 2° Fahr. (1/2 à 1°,1 cent.).

Le quatrième Mémoire a pour objet la température de l'homme entre les tropiques. Un résultat assez remarquable est que, contrairement à ce que l'auteur avait observé en Angleterre, la température du corps est à son minimum le matin au réveil et à son maximum le soir. L'exercice dans un climat chaud donne le même résultat qu'en Angleterre quant à son influence sur la chaleur animale. Il en est de même à l'égard de l'exercice en voiture. Parmi les conclusions que l'auteur tire des recherches rapportées dans ce Mémoire, nous nous bornerons à signaler les suivantes : entre les tropiques il y a très-peu de différence entre la température de la surface des corps et celle des parties intérieures ; — la température de l'homme est plus haute de 1° Fahr. (0°,55 cent.), en moyenne, entre les tropiques que dans le climat de l'Angleterre.

Le cinquième Mémoire a pour titre : *Diverses observations sur la température des animaux*. Il s'occupe d'abord de la température des poissons. Sur une bonite *(Th. Pelamys)*, il a trouvé la température de 99° Fahr. (37°,2 cent.) dans les muscles du dos, alors que la mer était à 78° et l'air à 80°,5 Fahr. (25°,55 et 27 cent.). C'est sur la même espèce de poissons que nous avons fait les observations mentionnées ci-dessus. Chez les requins la température des muscles ou du cœur n'est que de 2 à 3° Fahr. au-dessus de celle de l'eau. Il en est à peu près de même pour le saumon et le dauphin.

Après avoir donné quelques détails sur la température des tortues, du loir et des oiseaux à différents âges, l'auteur insiste sur le fait que, chez les oiseaux, animaux qui ont le plus haut degré de chaleur animale, la circulation s'opère avec énergie et la proportion de globules rouges est considérable. Il montre que dans la série animale il y a une relation constante et directe entre la proportion de globules rouges et la chaleur animale.

Le sixième et le septième Mémoire ont pour objet l'*influence de la température et de certains agents (gaz, liquides toxiques,* etc.*) sur les insectes*.

Le huitième Mémoire a pour objet la *vitalité de certains insectes*.

Le neuvième traite de l'état d'*hibernation du limaçon*, et le dixième des *excréments des araignées*. Dans le onzième, il rapporte des faits montrant que la température de l'araignée est supérieure à celle de l'air de 1 à 2° Fahr. (1/2 à 1° cent.). Il s'est assuré que cet animal dégage plus de 2 pouces cubes d'acide carbonique en 24 heures.

Dans le douzième Mémoire se trouvent des *observations sur la chaleur animale du limaçon*, montrant que cet animal a une température de 1/4 à 2° Fahr (1/8 à 1°,1 cent.) au-dessus de celle de l'air.

Le treizième Mémoire contient des remarques sur le *colostrum de la vache*. Un des principaux faits sur lesquels l'auteur insiste est que le caséum du colostrum diffère par ses propriétés chimiques du caséum du lait.

Dans le quatorzième Mémoire l'auteur s'occupe *du méconium et du vernis caséeux*. Il mentionne ce fait intéressant que le méconium résiste très-longtemps à la putréfaction : dans un cas, au bout de trois mois, il n'y

avait pas eu de putréfaction, excepté peut-être à la surface. Il donne l'analyse suivante du méconium d'un enfant en bonne santé :

Mucus et plaques d'épithélium.	23,6.
Cholestérine et margarine.	0,7.
Matière colorante et sapide de la bile et oléine. .	3,0.
Eau	72,7.

Il fait remarquer que la proportion de matière colorante indiquée dans cette analyse est moindre que la proportion réelle, parce qu'il n'est pas possible de la séparer complétement du mucus.

Il nous donne aussi l'analyse suivante du vernis visqueux qui recouvre la peau de l'enfant nouveau-né :

Épithélium	13,25.
Oléine.	5,75.
Margarine.	3,13.
Eau	77,37.

Le quinzième Mémoire contient des observations sur des sujets très-variés. Après quelques observations sur le têtard des batraciens et sur l'albumine des œufs frais, l'auteur nous donne des faits très-intéressants sur la rapidité du développement des jeunes oiseaux. Il signale comme circonstances favorables, ou mieux, essentielles à l'extrême rapidité de l'accroissement des jeunes oiseaux, la quantité considérable d'aliments qu'ils prennent et l'énergie fonctionnelle de leurs organes digestifs. L'auteur a examiné l'estomac d'un nombre très-considérable de poissons et constaté qu'il est toujours neutre ou alcalin quand il est vide, et acide quand il contient des aliments. De quelques expériences il semble résulter que le suc gastrique des poissons est capable de dissoudre les aliments même quand son acide a été neutralisé.

Dans le seizième Mémoire se trouve une longue série de recherches sur les excréments des insectes. Parmi les différents faits qui y sont mentionnés nous signalerons le suivant : l'urine des insectes à l'état de larve consiste essentiellement en urate d'ammoniaque, tandis que celle des insectes adultes se compose surtout d'acide hippurique.

Le dix-septième Mémoire a pour objet l'étude du fluide acride sécrété par la peau du crapaud. Déjà en 1826 l'auteur avait fait des recherches sur ce produit de sécrétion, et il en avait conclu que c'est un agent irritant mais non un poison. On sait que MM. Gratiolet et Cloez ont trouvé, au contraire, que ce liquide est un poison doué d'une assez grande énergie. M. George Rainey (*Quaterly Journal of Microscopical Science*, N° XII, July 1855) a fait à ce sujet des expériences qui lui ont donné des résultats en opposition à ceux des physiologistes français, et semblables à ceux de John Davy. Récemment ce dernier a répété ses expériences et obtenu le même résultat négatif. Il a introduit le produit de sécrétion des glandes cutanées d'un crapaud dans une plaie de la peau sur un petit chat de deux jours, une poule et un limaçon, et aucun symptôme toxique n'a été observé. Nous ferons observer, à cet égard, que les résultats obtenus par MM. Gratiolet

et Cloez ne peuvent pas être mis en doute. En premier lieu, une assertion de la part de deux savants si distingués et si exacts est parfaitement suffisante; en second lieu, M. Vulpian, nous-même, et d'autres physiologistes avons fait l'expérience, et nous avons constaté, d'une façon non douteuse, que le suc des glandes cutanées du crapaud est un poison. Les recherches de l'auteur et celles de G. Rainey montrent seulement que ce suc est quelquefois presque sans action toxique.

Le dix-huitième Mémoire a pour objet l'*étude de la sécrétion urinaire de certains animaux, considérée dans ses relations avec leur température, leur nourriture,* etc. L'auteur montre que chez les oiseaux, quelle que soit leur nourriture, leur urine consiste essentiellement en urate d'ammoniaque, et qu'il en est à peu près de même pour les insectes, les arachnides. les serpents et les lézards. Il ajoute que chez les grenouilles et les crapauds l'urine est la même en Europe, à Ceylan et aux Barbades, et il conclut de tous ces faits que la composition de l'urine dépend essentiellement de la structure du rein et non de l'alimentation, de la température, etc.

Dans le dix-neuvième Mémoire il nous donne quelques *observations sur les plantes inter-tropicales.*

Le vingtième et le vingt-unième Mémoire ont pour objet l'étude du *sang ou fluide rouge du lombric terrestre.* Les globules du sang de cet annélide sont très-petits, leur dimension est le quart de celle du sang humain : leur bord est bien défini; leur couleur est rougeâtre ou rouge jaunâtre. Le sang est alcalin, il est coagulable par la chaleur, l'acide nitrique et l'alcool. Ces faits, et d'autres concernant les réactions chimiques de ce liquide, montrent, ainsi que le lieu où on le trouve, que c'est bien du sang.

Le vingt-deuxième Mémoire contient des remarques sur l'accroissement des poissons, sur les variétés des espèces, etc

Les six Mémoires suivants (23ᵉ, 24ᵉ, 25ᵉ, 26ᵉ, 27ᵉ et 28ᵉ) ont pour objet des *Observations diverses sur les Salmones et en particulier sur leurs œufs.* L'auteur a reconnu l'exactitude de l'assertion de Vogt, que l'eau fait coaguler le vitellus des œufs de salmone. Il rapporte un grand nombre d'expériences montrant que les œufs de ces poissons sont doués d'une très-grande vitalité. Il a fait l'analyse des gaz contenus dans la vessie natatoire des salmones et trouvé à peine de trace d'acide carbonique, une petite quantité d'oxygène, quelquefois 10 pour 100, et de l'azote formant le reste. Ces six Mémoires contiennent en outre un grand nombre de faits intéressants sur la fécondation artificielle et nombre d'autres particularités de l'histoire naturelle des poissons.

Le vingt-neuvième Mémoire contient des *Recherches sur la vessie et les uretères des poissons et des remarques sur la sécrétion urinaire.* Dans une note, l'auteur signale un fait qui montre combien sont considérables les sécrétions urinaire et fécale chez les oiseaux : le poids des excréments desséchés d'une hirondelle âgée de quelques jours seulement, rendus pendant deux jours, a été trouvé bien supérieur au poids du corps entier d'une vieille hirondelle après dessiccation.

Dans le trentième Mémoire se trouve une *Table sur la proportion de matière solide dans la chair des poissons comparée à celle d'autres animaux, au lait et aux œufs.* De très-grandes différences existent entre

les différents poissons à cet égard : ainsi la merluche, l'éperlan n'ont que de 17 à 19 pour 100 de matière solide, tandis que le maquereau a 37 pour 100 et la truite de mer 41, ce qui est beaucoup plus que pour le bœuf, le porc et le mouton. Si les qualités nutritives des viandes de poisson, de bœuf, etc., sont en proportion de la matière solide qu'elles contiennent, l'opinion gé-rale sur la supériorité de la viande du bœuf, du mouton etc., sur celle des poissons, n'est pas exacte.

Le trente-unième Mémoire a pour objet *Diverses observations sur la vitalité des poissons*. Le premier point étudié par l'auteur concerne la faculté de résister à une température élevée. Il a trouvé que certains poissons peuvent vivre dans de l'eau à une température de 91° Fahr. (32°,22 cent.), tandis que d'autres sont rapidement tués dans de l'eau à une température de beaucoup inférieure à celle-là. Il a constaté aussi que W. Edwards s'est trompé en disant que les poissons, quand on les laisse dans l'air, meurent surtout à cause de l'évaporation qui s'opère à la surface de leur corps.

Dans le trente-deuxième Mémoire se trouvent des détails sur l'*Anatomie des organes génitaux de quelques poissons cartilagineux.*

Le Mémoire suivant (le 33e) contient une grande variété de courtes notes sur des sujets très-différents l'un de l'autre, et en particulier *sur les œufs de tortue, sur le cœur du requin, sur le python, sur le cœur de l'alligator, de deux lézards et d'une tortue de Ceylan, sur la torpille,* etc. L'auteur, dans une courte note sur une araignée des Barbades, mentionne ce fait curieux : trois pieds de cette araignée s'étant fixés à une lame de verre, au moyen de leur ventouse, soulevaient cette lame, bien qu'elle pesât 1,995 grains, l'araignée ne pesant que 33¼ grains.

Le trente-quatrième Mémoire renferme *Diverses observations sur le sérum, la fibrine et les globules du sang.* Il rapporte d'abord des expériences qui lui paraissent montrer que les globules sont les parties du sang où se trouve l'oxygène, tandis que c'est le sérum qui contient l'acide carbonique. Il mentionne plusieurs faits qui font voir que la coagulation de l'albumine du sérum a lieu à une température différente chez différents animaux. Il montre : 1° qu'il n'y a pas un rapport direct entre la pesanteur spécifique du sérum et celle du sang dont il provient ; 2° que la loi d'après laquelle plus le poids spécifique du sérum est faible, plus il faut en général une température élevée pour le coaguler, n'est pas sans exception ; 3° que plus on ajoute d'eau au sérum, plus sa coagulabilité diminue. Il rapporte des faits qui semblent montrer que la matière colorante des globules peut se dissoudre dans le sérum. D'autres parties du même Mémoire ont pour objet les effets d'une haute température et de la congélation sur les globules du sang, la contraction de la fibrine du caillot, et les effets de l'eau bouillante sur la fibrine.

Deux Mémoires portent par erreur le N° XXXV. Dans le premier, l'auteur traite de l'*état de combinaison de l'alcali du sang, de la viscosité des globules de ce liquide, de la tendance de la fibrine à présenter certaines formes quand elle se coagule*, et aussi de l'*influence que le sérum du sang possède sur le lait pour en hâter la coagulation.*

Le second Mémoire (XXXV) traite de *la coagulation du sang.* L'auteur

s'occupe surtout de la théorie de la coagulation donnée par le Dr Richardson (Voyez ce journal, 1858, p. 389 et 570), théorie d'après laquelle la coagulation dépendrait du dégagement d'une certaine quantité d'ammoniaque. Il dit avec raison que si cette théorie était exacte, le sang resterait liquide si l'on empêchait l'ammoniaque de se dégager. Il a fait à cet égard des expériences décisives dont il tire les conclusions suivantes : 1° il n'y a pas d'indication d'un dégagement d'ammoniaque pendant la coagulation du sang de la poule, ni de la présence de cet alcali dans ce sang ; 2° qu'une addition d'ammoniaque en quantité notable n'empêche pas la coagulation ; 3° qu'une diminution rapide de la température du sang, même quand ce liquide est largement exposé à l'air, a plus d'influence que l'ammoniaque pour retarder la coagulation.

Le trente-sixième Mémoire a pour objet des *Observations sur les Albinos*.

Dans le trente-septième, l'auteur mentionne comme un fait non exceptionnel qu'un jeune bélier de quatre mois a fécondé une génisse, bien qu'il faille près de deux ans aux béliers pour atteindre les limites de leur croissance.

Le trente-huitième Mémoire a pour objet l'*influence d'un climat intertropical sur la laine du mouton*.

Le Mémoire suivant, le trente-neuvième, traite de la question *du changement rapide de la couleur des cheveux*. L'auteur essaye de démontrer que les faits mentionnés comme prouvant qu'un tel changement a eu lieu sont insuffisants.

Le quarantième Mémoire a pour objet l'*influence de la chaux vive sur les matières animales*.

Les deux Mémoires suivants (41e et 42e) traitent *de l'œuf de la poule* : le premier, de son état électrique ; l'autre, de diverses particularités, mais surtout de l'anatomie de l'œuf.

Le quarante-troisième et dernier Mémoire traite des œufs qu'on appelle en Italie *centenina*.

L'analyse qui précède ne peut donner qu'une très-faible idée de l'extrême variété de faits et d'observations que contient le nouveau volume du docteur John Davy. C'est une mine d'une grande richesse non-seulement pour les physiologistes, mais aussi pour les naturalistes et les anatomistes, qui y trouveront toutes les qualités qui ont si justement rendu célèbre, depuis près d'un demi-siècle, le nom de l'auteur.

C. E. BROWN-SÉQUARD.

III.

EXTRAITS DE LIVRES, DE BROCHURES

ET DE PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

1° *Anatomie générale et physiologie du système lymphatique*;

Par M. H.-E. BEAUNIS.

(Thèse de concours. — Strasbourg, 1863.)

Nous nous proposons d'extraire de cette savante thèse les parties qui nous paraissent le plus capables d'intéresser nos lecteurs.

Dans le Ier chapitre, qui a pour objet l'anatomie comparée, l'auteur rapporte que Leydig (*Lehrbuch der Histologie*, p. 442) a vu dans les vaisseaux de quelques hirudinées une structure les rapprochant des lymphatiques. Leydig (p. 421) a aussi trouvé des organes analogues aux glandes lymphatiques chez les poissons. Nos lecteurs connaissent la découverte faite par M. Ch. Robin de vaisseaux analogues aux lymphatiques et contenant un liquide semblable à la lymphe autour des petits vaisseaux sanguins du cerveau (voy. ce Journal, 1859, vol. II, p. 537 et 719). Cette observation a été confirmée par His (*Zeitschrift f. Ration. Medizin*, Bd X, Heft. 3), qui décrit une gaîne secondaire autour des capillaires sanguins des glandes lymphatiques, des follicules clos, etc.

Le chapitre II concerne l'anatomie de structure des lymphatiques. Nous en extrayons les parties suivantes :

« Quant à la structure des capillaires lymphatiques, deux opinions sont en présence : l'une qui leur accorde, l'autre qui leur refuse une paroi propre et ne voit en eux que de simples trajets creusés dans les tissus. Kölliker, se basant sur ses recherches microscopiques sur la queue du têtard, croit toujours que, *à l'origine*, les capillaires lymphatiques ont une paroi propre, et que là où on ne peut plus la constater, son absence est due ou à une soudure avec le tissu ambiant, ou à une disparition graduelle. En tout cas, tout en l'admettant théoriquement, il consent à reconnaître avec His, Ludwig et Tomsa, que cette membrane propre du capillaire n'est plus démontrable en beaucoup d'endroits. Teichmann (1), s'appuyant sur d'autres considérations, puisqu'il va jusqu'à refuser presque la qualité de lymphatiques aux capillaires dentelés de la queue du têtard, admet cependant l'existence d'une paroi propre, d'après des recherches, qui me paraissent

(1) *Das Saugadersystem*, p. 6.

encore bien douteuses, sur les lymphatiques profonds du foie. Dans tous les cas, d'après ces deux auteurs, cette membrane, là où elle existe, serait analogue à la membrane des capillaires sanguins, c'est-à-dire amorphe et présentant des noyaux de place en place. V. Recklinghausen (1), au contraire, dit n'avoir jamais pu reconnaître et isoler une membrane propre élastique pourvue de noyaux; mais, par contre, il a trouvé jusque sur les plus fines ramifications des capillaires lymphatiques, grâce à ses préparations au nitrate d'argent, un épithélium analogue à celui des troncs; il le figure dans son mémoire.

« La deuxième opinion, qui voit dans les capillaires lymphatiques de simples trajets creusés dans les tissus, a été soutenue dans ces derniers temps par His, Ludwig, Tomsa. His (2), dont les recherches ont été faites principalement sur la peau de la main et du scrotum, sur les poumons de nouveau-né et sur le foie, a pu se convaincre de l'absence de paroi propre sur des canaux ayant jusqu'à 7 centièmes de ligne : en effet, sur des coupes transversales ou obliques on voit que le canal n'est pas circonscrit par un double contour, et que le tissu ambiant se termine par une ligne de démarcation brusque du côté de la lumière du vaisseau; enfin, le manque de parois se prouve encore par ce fait que, si on pousse une injection avec une certaine force, l'extravasation dans le tissu ambiant ne se fait pas en un endroit isolé, mais sur toute la longueur du canal. Du reste, le moment où les vaisseaux prennent ainsi le caractère de simples trajets lymphatiques *(lymphwege)* varie suivant les différents organes. Les recherches de Ludwig et Tomsa (3) sur les lymphatiques du testicule s'accordent pour la plupart avec les observations de His, et nous avons vu plus haut que Kölliker, tout en faisant quelques réserves, n'est pas très-éloigné d'admettre cette opinion.

« La structure des culs-de-sac lymphatiques des villosités a donné lieu aux mêmes discussions. Déjà en 1854, Brucke (4) leur refusait une paroi propre et regardait le chylifère central comme une simple cavité creusée dans la villosité *(chylusräume)*, opinion admise par Leydig (5), Heidenhain (6), His (7), et par V. Recklinghausen (8), avec cette modification qu'il décrit là encore un épithélium appliqué immédiatement sur le tissu connectif de la villosité; cependant Kölliker, Frey, Teichmann, continuent à lui reconnaître une membrane propre, à laquelle Krause (9) va même jusqu'à attribuer un double contour.

(1) *Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindgewebe*, p. 70. Berlin, 1862.

(2) *Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers und über die Theorien der Lymphbildung*, dans *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 2tes Heft, p. 229, 1862.

(3) *Die Anfänge der Lymphgefässe im Hoden*, dans *Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaften*, 1862.

(4) *Denkschriften der Kaiserl. Akad.*, 1854.

(5) *Lehrbuch der Histologie*, p. 295.

(6) MOLESCHOTT's *Untersuchungen zur Naturlehre*, 1858.

(7) *Untersuchungen über den Bau der Payer'schen Drüsen und der Darmschleimhaut*, dans *Zeitschrift für wissenschaftl. Zool.*, t. XI, 1862.

(8) *Die Lymphgefässe*, p. 16 et 70.

(9) *Zeitschrift für rationnelle Medizin*, t. VI, p. 107.

« La question de l'origine des capillaires lymphatiques présente, il faut bien l'avouer, des obscurités encore plus grandes. Le système lymphatique constitue-t-il un tout fermé, et les réseaux et culs-de-sac sont-ils les origines réelles de ce système ? ou bien ces réseaux eux-mêmes ne sont-ils que les aboutissants de radicules multipliées plongeant plus profondément dans l'intimité des tissus ?

« La question soulevée d'abord par Brücke, à propos des chylifères des villosités, s'est bientôt généralisée avec la découverte de Virchow des corpuscules de tissu conjonctif, et depuis quelques années on peut suivre dans diverses publications allemandes une tendance marquée à rattacher l'origine du système lymphatique au tissu connectif, tendance qui vient tout récemment de trouver dans un mémoire de V. Recklinghausen (1), dont il sera question plus tard, son expression la plus hardie. Depuis longtemps déjà les anciens anatomistes avaient admis une liaison intime entre les deux systèmes, et on retrouve des traces de cette opinion à chaque pas dans l'histoire de la science; mais jamais il n'avait été apporté à l'appui de démonstration convaincante : aussi n'était-ce que basé sur des vues théoriques que Breschet pouvait dire : « Le tissu cellulaire est à mes yeux le point principal « d'où les vaisseaux lymphatiques surgissent ; c'est le sol dans lequel leurs « racines s'implantent et dans la profondeur duquel elles se ramifient avec « des caractères et des formes particulières » (2). Aujourd'hui du moins cette opinion se présente étayée de recherches nombreuses et qui méritent toute l'attention des anatomistes.

« Les auteurs qui croient que le système lymphatique ne constitue pas un tout fermé peuvent se diviser en deux catégories. Les uns, comme Leydig, admettent que les radicules lymphatiques se continuent avec les corpuscules du tissu connectif; les autres, comme V. Recklinghausen, Tomsa, croient au contraire que ces radicules s'abouchent non avec les corpuscules, mais avec des lacunes ou cavités du tissu connectif. Nous allons examiner successivement chacune de ces deux opinions.

« Virchow le premier (3) émit l'idée que les vaisseaux lymphatiques pourraient bien être en connexion avec les corpuscules du tissu connectif qu'il venait de découvrir, et cette possibilité se changea en vraisemblance lorsque sur une langue hypertrophiée il trouva des lacunes dépourvues de parois propres qu'il regarda comme des lymphatiques, et dans lesquelles s'ouvraient, par quelques-uns de leurs prolongements, des cellules plasmatiques hypertrophiées. Leydig (4) s'empara de ce fait, auquel pourtant son caractère pathologique enlevait beaucoup de sa valeur, et admit sans nouvelles preuves cette continuation des corpuscules de tissu connectif et des vaisseaux lymphatiques, continuation dont on peut voir une figure schématique dans son Traité d'histologie. Enfin, Heidenhain (5) admet dans

(1) *Zur Fettresorption.* — *Archiv für path. Anatomie*, 1862.
(2) Breschet, *le Système lymphatique*, p. 21, 1836.
(3) *Verh. der Würzburger med.-phys. Ges.*, p. 316 et 317, d'après His, *Ueber die Wurzeln*, etc. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, p. 247, 1862.
(4) *Lehrbuch der Histologie*, p. 403 et fig. 209.
(5) *Die Absorptionswege des Fettes.* Moleschott's *Untersuchungen*, Bd IV, 1858.

les villosités un réseau de cellules plasmatiques, qui communiquerait d'une part avec des prolongements des cellules épithéliales, de l'autre avec le chylifère central; mais ces recherches, faites dans le but préconçu de trouver des canaux laissant passer la graisse de l'intestin dans les chylifères, doivent être rejetées jusqu'à nouvel ordre, d'autant plus que Heidenhain lui-même avoue n'avoir pas vu l'abouchement des prolongements des cellules dans le chylifère et qu'il déclare n'avoir constaté que leur continuation avec les cellules épitheliales. Cette opinion semble trouver une confirmation dans les recherches de Kölliker sur le développement des capillaires lymphatiques dans la queue du têtard : en effet, si on examine la figure qu'il en donne (1), on voit que les dentelures des capillaires s'étirent pour aller à la rencontre des dentelures analogues des cellules formatrices qu'on peut regarder comme des corpuscules de tissu connectif; mais His (2) interprète les faits autrement que Kölliker, et, tout en se défendant de vouloir attenter à la dignité physiologique de la cellule du tissu connectif, il ne se gêne aucunement pour dire que les capillaires lymphatiques de Kölliker ne sont pas des canaux *intra-cellulaires,* mais bien *intercellulaires,* et il donne à l'appui une figure qui paraît en effet assez probante; cependant Kölliker, dans sa dernière édition, persiste encore dans son ancienne opinion, en se basant sur la présence dans les capillaires lymphatiques de granules vitellins identiques à ceux qui remplissent à l'origine toutes les cellules embryonnaires; que les noyaux des cellules formatrices se trouvent ensuite plus tard dans la paroi même du vaisseau, cela ne prouve rien, puisque la même chose arrive pour les capillaires sanguins, sur le développement desquels on ne peut élever le moindre doute.

« La deuxième opinion a été soutenue par Ludwig, Tomsa, et avec certaines modifications par V. Recklinghausen. Billroth (3) avait déjà émis l'idée que les interstices du tissu connectif sont les origines des lymphatiques, et les recherches de Krause (4) sur l'*Infiltration lymphatique*, et de His (5) sur la *Substance adénoïde,* travaux que nous retrouverons à propos des glandes lymphatiques, avaient pour ainsi dire tracé la voie que viennent de suivre Tomsa et V. Recklinghausen.

« V. Recklinghausen, dans un premier Mémoire (6), a étudié surtout la cornée et les villosités intestinales. Il a injecté dans la cornée un système de canaux, qu'il appelle *tubes plasmatiques (Saftkanäle),* communiquant tous entre eux et avec les lymphatiques du bord de la cornée (*circulus lymphaticus* de Teichmann) (7). Ces canaux ne sont autre chose que ce que Virchow a décrit comme prolongements des corpuscules de tissu connectif; de sorte que, sous certains rapports, V. Recklinghausen se rapproche de la première opinion; ces canaux, suivant lui, ne possèdent pas

(1) *Handbuch der Gewebelehre,* p. 603, fig. 336.

(2) *Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe*, p. 251 et pl. XXIV, fig. 6.

(3) *Beiträge zur pathologischen Histologie*, p. 128. Berlin, 1858.

(4) *Anatomische Untersuchungen*, p. 136. Hannover, 1861.

(5) *Untersuchungen über den Bau der Payer'schen Drüsen etc.*, dans *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*, t. XI, 1862.

(6) *Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe*. Berlin, 1862.

(7) *Das Saugadersystem*, p. 66.

de parois propres, sont très-dilatables et contiennent des corpuscules situés aux points d'intersection, et représentant le noyau et le contenu des corpuscules de tissu connectif de Virchow. Il a retrouvé ce système de tubes dans les tendons, membranes fibreuses, villosités, etc. Quant à leur mode de communication avec les lymhatiques, il est moins affirmatif et n'a pu s'assurer si les orifices des *canaux plasmatiques* aboutissent à des lacunes de la tunique épithéliale qu'il admet dans les lymphatiques, ou si cet épithélium est partout continu; cependant, dans un deuxième Mémoire, curieux à plus d'un titre (1), il a pu constater *de visu* des ouvertures un peu plus grandes qu'un globule de sang sur la membrane épithéliale des lymphatiques du centre phrénique. Les recherches de V. Recklinghausen ont été attaquées de divers côtés; Kölliker (2) prétend que V. Recklinghausen a injecté ou bien des tubes artificiels comme les tubes de la cornée de Bowman (3), ou bien les cellules plasmatiques elles-mêmes, qu'on peut isoler en bien des endroits *avec tous leurs prolongements*. Tomsa (4) a attaqué aussi les conclusions de V. Recklinghausen; quant à His (5), il reste dans le doute et croit que le sujet demande de nouvelles recherches.

« Dans un travail sur l'origine des lymphatiques (6), Tomsa a repris dernièrement et développé des idées émises déjà dans un Mémoire qui lui était commun avec Ludwig sur les lymphatiques du testicule (7). Les origines des lymphatiques sont de véritables lacunes du tissu connectif, *lacunes* ou *fentes lymphatiques (lymphlacunen. lymphspalten)*, qui sont évidemment les analogues des *canaux plasmatiques* de V. Recklinghausen; mais il diffère de celui-ci en ce qu'il n'admet pas, sauf à l'état pathologique, de globules ou noyaux libres dans leur intérieur, et qu'il prétend que les corpuscules, dits *corpuscules de tissu connectif*, sont enclavés dans le tissu limitant la lacune lymphatique. Quant au mode de communication des vaisseaux lymphatiques et des lacunes, elle se ferait de deux façons: ou bien il y a continuation directe du vaisseau et de la lacune par disparition subite des valvules, de l'épithélium et des fibres lisses du premier, ou bien entre les deux on trouve un intermédiaire, les *tubes lymphatiques (lymphröhren)*, creusés aussi dans le tissu connectif, qui présente à cet endroit une plus grande densité. Quant aux modes de formation de ces lacunes lymphatiques, il a vu que leur apparition est précédée d'une fine striation du tissu connectif qui se divise en faisceaux et en fibrilles, de sorte que ces lacunes ne proviendraient en aucune façon d'une fusion

(1) *Zur Fettresorption. Archiv fur pathol. Anat.*, p. 189, 1862.

(2) *Handbuch der Gewebelehre*, p. 448.

(3) Todd and Bowman, *The physiological Anatomy and Physiology of man*. vol. II, p. 18, fig. 110.

(4) *Beiträge zur Anat. des Lymphgefäss-Ursprunges*, p. 335.

(5) *Ueber die Wurzeln*, etc. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, p. 253, 1862.

(6) *Beiträge zur Anatomie des Lymphgefäss-Ursprunges, aus dem XLVI Band der Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissenschaften*, 1862.

(7) *Die Anfänge der Lymphgefässe im Hoden*, Band XLIII *der Sitzungsberichte der k. Akad. de Wissenschaften*, 1862.

de cellules; il a vu encore que cette formation de lacunes lymphatiques est toujours précédée d'une vascularisation très-énergique.

« Quelle conclusion tirer de toutes ces recherches? Une seule, c'est que, quelques nombreuses qu'elles soient, le sujet en exige encore de nouvelles, et que, dans l'état actuel de l'histologie, un choix réfléchi entre ces diverses opinions est impossible; cependant ce qui résulte de ces recherches, et ceci sera encore plus sensible après l'étude des glandes lymphatiques, c'est que nos idées sur l'anatomie du tissu connectif sont probablement à la veille de se modifier profondément, et que la conception de ce tissu, édifiée par Richert et Virchow, quelque belle qu'elle soit, ne suffira bientôt plus aux besoins de l'histologie moderne. »

Après avoir parlé de la structure des vaisseaux lymphatiques, l'auteur s'occupe des glandes :

« La structure des glandes lymphatiques, à peu près inconnue jusqu'à nos jours, n'a commencé à être débrouillée que grâce à une série de recherches continuées sans interruption depuis 1850 par une suite d'observateurs, parmi lesquels nous trouvons surtout les noms de Ludwig et Noll (1), Brücke (2), Donders (3), Leydig (4), Billroth (5), Kölliker (6), Frey (7), et His (8). C'est grâce à eux que nous sommes aujourd'hui à même d'avoir une connaissance à peu près complète de la structure des glandes lymphatiques, structure dont les dernières obscurités ont été en partie dissipées par les travaux récents de Frey, His et Kölliker.

« Outre l'enveloppe de tissu connectif qui entoure toute glande lymphatique, celle-ci se compose en général de deux substances, différentes d'aspect sur une coupe de l'organe : la substance corticale et la substance médullaire; la substance corticale est molle, rougeâtre ou jaune grisâtre, et présente un aspect granuleux dû à de fines granulations grises contenues dans des espèces de loges ou alvéoles; la substance médullaire est gris rougeâtre, spongieuse, et n'a plus la structure alvéolaire. Cependant il ne faudrait pas croire que cette différence de forme et d'aspect implique une différence radicale de structure : nous verrons, au contraire, que dans les deux substances on retrouve les mêmes éléments, seulement disposés d'une façon différente.

« *Charpente glandulaire (Balkengerüste, Balkennetz).* Cette charpente est constituée par des cloisons incomplètes, feuillets aplatis ou fibres arron-

(1) *Ueber den Lymphstrom in den Lymphgefässen und die wesentlichsten anatomischen Bestandtheile in den Lymphdrüsen. Zeitschrift für rationelle Medizin*, 1850.

(2) *Ueber Lymphgefässe und Lymphdrüsen, in Sitzungsberichte der Wiener Akad.*, 1852, 1853, 1855.

(3) *Physiologie der Menschen*, 1856.

(4) *Lehrbuch der Histologie*, 1857.

(5) *Beitræge zur pathologischen Histologie*, 1858.

(6) *Handbuch der Gewebelehre*, 4e édit., 1862.

(7) *Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugethiere*, 1861.

(8) *Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*, 1861.

dies s'entrecroisant dans divers sens et interceptant des espaces communiquant tous entre eux et dont la forme varie dans la substance corticale et dans la substance médullaire; dans l'écorce ils sont arrondis et constituent des cavités sphériques de 1/6e de ligne à 1/2 ligne (alvéoles ou follicules, *Acini* de Henle); dans la moelle ils sont allongés, plus petits, tubuleux, et ont de 0,01 à 0,05 de ligne. Cette charpente, de même que l'enveloppe, est formée de tissu connectif ordinaire. O. Heyfelder (1) y décrivit le premier des fibres musculaires lisses, très-prononcées chez le bœuf, très-peu chez l'homme, où elles ont été niées à tort par Walter (2), car His (3) a encore tout récemment démontré leur existence.

« *Parenchyme glandulaire.* Nous avons vu que le parenchyme glandulaire est formé de deux éléments histologiques, des cellules incolores et d'un réseau de trabécules ou réticulum; en outre que, suivant qu'on le considère dans la partie centrale ou dans la partie périphérique des follicules de l'écorce et des cordons médullaires, il présente une disposition différente sous le nom de *pulpe centrale* et de *sinus lymphatiques:* nous aurons donc à étudier successivement chacune de ces parties.

« 1° Les cellules incolores présentant la plus grande analogie avec les cellules ordinaires de la lymphe, il n'y a pas lieu d'en faire ici une description spéciale.

« 2° Le *réticulum* n'est autre chose qu'un réseau de trabécules d'une finesse extrême, entrecroisées dans tous les sens dans toute l'étendue du parenchyme glandulaire, aussi bien dans les sinus lymphatiques que dans la pulpe centrale, et circonscrivant des mailles dans lesquelles se trouvent les cellules incolores. Ce réticulum, découvert par Kölliker, est analogue à celui qu'on retrouve dans les follicules clos, dans les glandes de Payer, la rate, etc. Aux points d'intersection des trabécules on voit souvent un renflement et quelquefois même un noyau évident. Les observateurs ne sont pas tous d'accord sur la nature de ce tissu. Eckard (4) le rattache au tissu élastique, et Krause (5) semble se ranger à son opinion et croit que les noyaux des points d'intersection des trabécules ne sont qu'une erreur d'optique: cependant la plupart des observateurs admettent que c'est un réseau de cellules dont les noyaux disparaissent par la suite, et le rattachent aux formes rudimentaires du tissu connectif (substance adénoïde de His, substance cytogène de Kölliker). Frey (6) regarde ce réticulum non-seulement comme un réseau de cellules plasmatiques, mais encore comme pourvu de cavités anastomosées entre elles et formant ce qu'il appelle le *réseau intracaverneux (intracavernöses Zellennetz),* système très-compliqué de canaux faisant communiquer les follicules et les cordons médullaires. Mais cette opinion, basée probablement sur une fausse interprétation des faits,

(1) *Ueber den Bau der Lymphdrusen*, 1851.
(2) *Untersuchungen über die Textur der Lymphdrusen*, 1860.
(3) *Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen*, p. 22, 1861.
(4) *De glandularum lymphaticarum structura*, 1858.
(5) *Anatomische Untersuchungen*, p. 141, 1861.
(6) *Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen*, 1861.

est combattue par Kölliker (1), qui se demande si Frey n'a pas pris pour des cellules *du réseau intracaverneux* de très-petits cordons médullaires, et, tout en acceptant la présence de granulations graisseuses dans le réseau cellulaire intracaverneux pendant la digestion, il croit que cette graisse pourrait bien avoir une autre signification. La question, on le voit, n'est pas encore absolument tranchée.

« 3° *Pulpe centrale* (*eigentliche Drüsensubstanz* de His). Elle présente certaines variétés suivant qu'on la considère dans les follicules de l'écorce ou dans les cordons médullaires. Dans les follicules elle constitue ce que les auteurs ont décrit sous des noms différents (ampoules, noyaux de l'écorce, alvéoles, noyaux glandulaires; *Ampullen* ou *Corticalampullen* de His, *Rindenknoten* de Kölliker, *Alveolen* de Frey, *Drüsenkern* de Teichmann); on peut l'appeler simplement *pulpe centrale des follicules*. Cette pulpe centrale a une forme arrondie, comme le follicule dont elle constitue le noyau, et se continue insensiblement avec les sinus lymphatiques situés à sa périphérie et dont elle se distingue d'abord par l'étroitesse plus grande des mailles du réticulum, ce qui fait qu'on éprouve une certaine difficulté pour la débarrasser avec le pinceau des cellules de lymphe qui l'infiltrent, et ensuite par la présence de vaisseaux sanguins; à la limite de la pulpe centrale et des sinus lymphatiques le réticulum se condense un peu, mais jamais de façon à former à la pulpe centrale une enveloppe distincte, et permet toujours le passage des cellules incolores de la pulpe dans les sinus et *vice versa*.

« La pulpe centrale des cordons médullaires (*drüsenschläuche* ou *markschläuche* de His, *lymphröhen* de Frey, *Markstränge* de Kölliker), sauf la différence de forme et de volume, a absolument la même structure que la pulpe des follicules. Cependant Frey (2) la décrit comme des canaux constitués par une membrane anhiste, transparente, très-mince, et qui, suivant lui, communiquerait avec les cavités du réseau intracaverneux (*intracavernöses Zellennetz*) qu'il prétend exister, comme nous l'avons vu plus haut, dans une partie du réticulum; mais His et Kölliker (3) ont pu s'assurer de la non-existence de cette membrane.

« 5° *Sinus lymphatiques* (décrits sous les noms de *sinus lymphatiques, conduits lymphatiques, espaces enveloppants des follicules, conduits caverneux de la substance médullaire, trajets lymphatiques; lymphsinus* et *lymphgänge* de His, *umhüllungsräume der Follikel* et *cavernöse Gänge* de la moelle de Frey, *lymphbahn* de Teichmann). Ces sinus lymphatiques forment la partie périphérique des follicules de l'écorce et des cordons médullaires, et engaînent la pulpe centrale qui en constitue le noyau ou l'axe. Ils représentent un système de canaux anastomosés entre eux et se continuant avec les lymphatiques afférents et efférents; ils contiennent peu ou pas de vaisseaux sanguins, et le réticulum offre des mailles

(1) *Handbuch der Gewebelehre*, 4e édit., p. 616, 1862. Voir à ce sujet la figure de Frey, pl. II, fig. 12.

(2) *Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen*, p. 57, 1861.

(3) *Handbuch der Gewebelehre*, p. 616.

assez larges, ce qui permet de les débarrasser facilement des cellules lymphatiques et du liquide qui les remplissent. Les trabécules qui interceptent ces mailles ne sont autre chose que des cellules à noyau anastomosées et s'étendant en général en forme de rayons de la pulpe centrale vers les cloisons de la charpente de la glande.

« 6° *Vaisseaux lymphatiques*. Les vaisseaux lymphatiques, en approchant de la glande (vaisseaux afférents), se ramifient avant d'y pénétrer, traversent alors son enveloppe fibreuse et viennent s'ouvrir dans les sinus lymphatiques de la substance corticale, c'est-à-dire des follicules; leur mode de continuation avec les sinus lymphatiques a pu être assez bien suivi, même chez l'homme; jusqu'à la membrane fibreuse, ils conservent leurs trois tuniques; une fois dans cette membrane ils ne gardent plus qu'une enveloppe de tissu connectif et un épithélium qui, suivant V. Recklinghausen (1), se continuerait presque sur les sinus lymphatiques avec des caractères particuliers (égalité des diamètres de ses cellules). On peut voir sur des glandes gorgées de chyle ces sinus lymphatiques entourant la pulpe centrale sous forme de cordons blancs. Cette continuité des vaisseaux lymphatiques afférents avec les sinus lymphatiques est donc un fait expérimentalement démontré, surtout par les injections de His (2); mais His n'avait pu suivre les sinus lymphatiques jusqu'aux vaisseaux efférents, et Kölliker (3), qui se flatte d'avoir rempli cette lacune, en donne la description suivante. Si on suit les vaisseaux efférents de l'extérieur de la glande vers le hile, on voit que, après s'être ramifiés et être arrivés au hile de la glande, ils forment un réseau très-riche avant de se mettre en rapport avec la substance médullaire; ce réseau, dont l'aspect assez bizarre a été figuré dans sa nouvelle édition, est constitué par des vaisseaux très-fortement infléchis, pourvus de nombreux culs-de-sac, très-rapprochés les uns des autres, de sorte qu'après l'injection l'aspect général rappelle un peu celui d'une glande en grappe; ce réseau devient plus lâche en se rapprochant de la substance médullaire, et on peut voir alors que les vaisseaux qui le constituent s'anastomosent entre eux; enfin, en les suivant dans leur trajet, on voit que la cavité de leurs plus fines divisions se continue avec les sinus lymphatiques de la substance médullaire. Quant à leur structure, il a pu s'assurer de la présence d'une mince paroi sur les plus fines ramifications lymphatiques, mais n'a pu voir si elles présentent un épithélium. On voit donc qu'en réalité les vaisseaux afférents se continuent avec les vaisseaux efférents dans l'intérieur des glandes par l'intermédiaire des sinus lymphatiques.

« 7° *Vaisseaux sanguins*. Les artérioles pénètrent en général par le hile et se distribuent à la pulpe centrale, tandis que les sinus lymphatiques en sont tout à fait dépourvus (4). Dans la pulpe, les branches principales des artères se trouvent au centre, tandis que les plus fines ramifications se trouvent à la limite de la pulpe et des sinus lymphatiques; il en résulte,

(1) *Die Lymphgefässe*, etc., p. 88.
(2) *Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen*, p. 13.
(3) *Handbuch der Gewebelehre*, 4ᵉ édit., p. 162, et fig. 343 et 344.
(4) His, *Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen*, p. 19.

dans la substance médullaire surtout, une disposition représentée et exagérée par Frey (1), qui, comme on se le rappelle, admet autour de la pulpe centrale des cordons médullaires une membrane distincte; c'est que le vaisseau paraît quelquefois entouré d'une tunique adventice analogue à celle décrite par Robin sur quelques capillaires de l'encéphale et contenant des corpuscules lymphatiques. Les veines ont été peu étudiées et ne semblent pas offrir de disposition spéciale.

« 8° *Nerfs*. Les nerfs des glandes lymphatiques pénètrent avec les artères et se composent de fines fibres primitives. Schaffner (2) a décrit sur leur trajet des ganglions, qui n'ont pu être retrouvés par d'autres observateurs.

« Je ne dirai que quelques mots de la pigmentation que présentent si souvent certaines glandes et surtout les glandes bronchiques; mais, quoique le phénomène ait en réalité, d'après les recherches les plus récentes, un caractère pathologique, puisqu'il a pour condition de formation une extravasation sanguine, il se présente cependant avec une telle généralité qu'il est impossible de le passer sous silence. D'après les recherches de Lœper (3), Billroth (4), Frey (5), Rebsamen (6), Grohe (7), cette pigmentation serait précédée d'une hyperhémie de la glande avec dilatation des capillaires et diffusion de la matière colorante du sang, état trouvé déjà à la naissance par Rebsamen et attribué par lui aux phénomènes accompagnant l'établissement de la respiration chez le nouveau-né; toujours est-il que, quelle qu'en soit l'origine, on trouve ce pigment tantôt à l'état de granulations claires, jaunâtres ou jaune doré, tantôt brunes, plus ou moins fines, et quelquefois d'aspect cristallin et déposées soit dans l'épaisseur des cloisons de la charpente de la glande, ou dans les trabécules du réticulum, tantôt enfermées dans des cellules à membranes bien distinctes (corpuscules de lymphe hypertrophiés?), tantôt infiltrées dans les mailles du réticulum. Quant à savoir si ce pigment peut ultérieurement être entraîné des ganglions par le courant lymphatique et jeté dans le sang, c'est ce qu'il est encore impossible de décider. »

Le chapitre III a pour objet l'étude de la lymphe et du chyle. La science à ce sujet a fait fort peu de progrès durant les dernières années. L'auteur fait voir que la composition chimique de la lymphe se rapproche considérablement de celle des transsudations de sérosité. A l'égard des principaux éléments de la lymphe, il rapporte ce qui suit :

« La fibrine n'existe pas toujours dans la lymphe, et, quand elle y existe, c'est très-souvent en quantité variable, sans qu'on puisse toujours appré-

(1) Frey, *Untersuchungen über die Lymphdrüsen*, fig. 9, 12, 13, 15, 16. Comparer His, *Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen*, fig. 11 et 17, et Kölliker, *Handbuch der Gewebelehre*, 4e édit., fig. 341, p. 609.

(2) *Zeitschrift für rationnelle Medizin*, t. VII.

(3) *Beiträge zur pathologischen Anatomie der Lymphdrüsen*, 1856.

(4) *Beiträge zur pathologischen Histologie*, p. 135, pl. IV, fig. 1.

(5) *Untersuch. über die Lymphdrüsen*, p. 74.

(6) *Die Melanose, die menschlichen Bronchialdrüsen*, 1861.

(7) *Zur Geschichte der Melanämie, nebst Bemerkungen über den normalen Bau der Milz und Lymphdrüsen. Archiv* de Virchow 1860, p. 316.

cier les conditions qui amènent ces variations; cependant nous savons, d'après les recherches de Ludwig et de Colin, que la composition du sang et la rapidité de formation de la lymphe ont à ce point de vue une influence marquée : ainsi, par un écoulement très-abondant de lymphe, elle disparaît bientôt de ce liquide; pourtant on rencontre quelquefois des phénomènes inexplicables : ainsi Ludwig (1) a vu que la lymphe coulant d'un même vaisseau peut varier d'heure en heure et tantôt présenter de la fibrine, tantôt s'en montrer dépourvue, et que de deux liquides coulant en même temps avec la même vitesse de deux vaisseaux lymphatiques du cou, l'un de ces liquides peut être riche, l'autre pauvre en fibrine. Cette fibrine de la lymphe présente du reste à peu près les mêmes caractères que celle du sang; elle est seulement plus soluble qu'elle dans les solutions salines. Virchow (2) a décrit dans la lymphe normale une substance, analogue à la brady-fibrine de Polli, qui se transforme très-facilement en fibrine au contact de l'air et qui, une fois coagulée, se distingue à peine de la fibrine ordinaire.

« L'albumine de la lymphe est analogue à celle du sang dans ses caractères généraux : cependant, d'après Gorup-Besanez, Geiger et Schlossberger ont trouvé dans la lymphe du cheval une albumine ne se coagulant pas par la chaleur, mais formant une pellicule (albuminate de soude, caséine du sérum) à la surface du liquide.

« Parmi les matières extractives, nous trouvons surtout l'urée, dont la présence dans la lymphe a été démontrée par Würtz ; d'après lui (3), « la « lymphe contient une proportion d'urée beaucoup plus forte que celle qui « est normalement contenue dans le sang. » Les lactates n'ont pas encore été démontrés avec certitude.

« La présence du glycose dans la lymphe a été aussi constatée d'une façon évidente. La seule question est de savoir si son existence dans la lymphe est constante et quelle est son origine. D'après Claude Bernard (4), le sucre ne se rencontrerait dans toutes les parties du système lymphatique que dans les cas où il y a généralisation de cette substance dans l'organisme ; si on rencontre du sucre dans le canal thoracique, c'est qu'il provient des lymphatiques du foie, et si, au lieu de prendre la lymphe dans le canal thoracique, on la prend dans un des vaisseaux du cou, on n'y peut constater la présence du sucre; enfin il ne peut provenir de l'intestin, car en faisant ingérer à un cheval un kilogramme de sucre dissous dans une grande quantité de liquide, et tuant l'animal quelque temps après, il a trouvé du sucre dans les vaisseaux; une partie même de ce sucre était encore à l'état de sucre de canne et n'avait pas eu le temps de subir la transformation glycosique, mais il n'a pu en retrouver dans la lymphe et dans le chyle. Par contre, Colin (5) a trouvé du sucre dans le chyle des vaisseaux mésentériques avant l'abouchement des lymphatiques du foie, et

(1) *Physiologie des Menschen*, t. II, p. 573.
(2) *Pathologie cellulaire*, p. 132.
(3) *Traité de physiologie* de Longet, t. Ier, p. 429 (note de Würtz).
(4) *Leçons de physiologie expérimentale*, 1855, p. 311.
(5) *Journal de physiologie*, 1858, p. 539.

a toujours vu que le chyle était aussi chargé de sucre que la lymphe. En résumé, le sucre doit être regardé comme partie constituante de la lymphe, car on l'a rencontré dans ce liquide (Krause, Poiseuille et Lefort) dans les cas même où sa présence ne pouvait être démontrée dans le sang.

« Les sels de la lymphe sont ceux qu'on trouve dans le sérum du sang, mais ils paraissent s'y trouver dans des rapports un peu différents : il y a prédominance de chlorure de sodium, moins de phosphates et plus de sulfates alcalins; dans la lymphe du cheval on trouve en outre des carbonates alcalins et des sels d'ammoniaque.

« Le chyle, d'après les analyses de Simon, Nasse, etc., serait plus riche que la lymphe en matières solides et surtout en graisse, ce qui se conçoit facilement d'après sa provenance. Il est vrai que Schmidt, dans des analyses récentes, est arrivé à des résultats un peu différents, de sorte que la question de la composition chimique du chyle, malgré tout son intérêt physiologique, est loin encore d'être tranchée d'une façon définitive. Quelques auteurs, et entre autres C. Schmidt, ont constaté dans les cendres du chyle la présence d'une petite quantité de fer qui pourrait bien provenir des globules du sang contenus si souvent dans le canal thoracique. »

Passant ensuite à l'étude des éléments anatomiques de la lymphe et du chyle, l'auteur nous dit :

« Les granulations élémentaires sont des molécules d'une finesse incommensurable qui, d'après H. Müller (1), seraient formées par de la graisse et une fine enveloppe protéique (membrane haptogène). Dans le chyle blanc, qui lui doit sa couleur, elles sont en quantité prodigieuse et constituent la *molecular bassis* de Gulliver (2), et les molécules formatrices de Bennett (3) (*histogenetic molecules*).

« Les noyaux libres ou globulins ne se présentent guère que dans les radicules des chylifères et dans les vaisseaux efférents des glandes mésentériques; Kölliker n'en a jamais rencontré dans le canal thoracique. Ce sont des corpuscules arrondis, plus petits que les globules de la lymphe, d'un aspect homogène, devenant granuleux par l'addition d'eau, et sur la signification desquels on est encore indécis. »

Ce que l'auteur nous dit, d'après Virchow, de la parfaite identité des cellules de la lymphe, de celles du pus et des globules blancs du sang, confirme complétement ce que Robin a soutenu dans ce journal (vol. II, 1859, p. 40 et suiv.). L'auteur passe ensuite à l'examen des questions suivantes :

« Les globules lymphatiques se rencontrent-ils dans toute l'étendue de l'appareil lymphatique, ou bien ne les rencontre-t-on que dans des vaisseaux ayant déjà traversé un ganglion? La question est importante tant

(1) *Beiträge zur Morphologie des Chylus und des Eiters. Zeitschrift für rationelle Medizin*, 1845, p. 222.

(2) *Contribut. to the Minute Anatomy of Animals*. Notes de l'édition des *OEuvres* de Hewson.

(3) *On the Molecular Theory of Organisation. Journal of Microscopical Science*, 1862, p. 44, et *Journal de Physiologie*, vol. IV, 1861, p. 279.

au point de vue de leur formation qu'au point de vue de la fonction des glandes lymphatiques.

« Il est un point de l'appareil dans lequel on a trouvé des globules avant les ganglions : c'est dans les lymphatiques du mésentère ; et là les observations ne laissent prise à aucun doute ; Kölliker en a récemment trouvé aussi dans les lymphatiques du cordon ; enfin, plusieurs observateurs en avaient rencontré dans les lymphatiques des membres (Fahrner, J. Müller, Nasse, Arnold, Burdach) ; mais ces derniers faits laissaient la question encore indécise, la plupart étant recueillis dans des circonstances pathologiques (plaies, tumeurs variqueuses, etc.), et l'on sait, d'une part, avec quelle facilité se forme dans les tissus toute la série des globules incolores, muqueux, purulents, etc., et, d'autre part, quelle difficulté, pour ne pas dire impossibilité, il y a lorsqu'il faut les distinguer des corpuscules lymphatiques. Teichmann (1) a repris de nouveau la question en se plaçant dans les conditions les plus favorables. Il a recueilli de la lymphe sur trois décapités (évitant ainsi l'objection que les globules pourraient provenir de la chute *post mortem* de l'épithelium des vaisseaux), soit à l'avant-bras, soit aux membres inférieurs, et a toujours trouvé dans le liquide recueilli des corpuscules en petite quantité à l'avant-bras, en plus grande quantité pour les extrémités inférieures. Il résulte donc de ces recherches que la présence de globules lymphatiques dans les vaisseaux avant les ganglions est un fait désormais acquis à la science et dont nous nous servirons plus tard à l'occasion de la formation de ces globules.

« Les globules lymphatiques ont une assez grande viscosité : aussi ont-ils une tendance marquée à former des amas, et les voit-on, dans la circulation capillaire, stationner dans la *couche inerte* du liquide comme s'ils adhéraient à la paroi du vaisseau, jusqu'à ce que le choc d'un globule rouge vienne, pour ainsi dire, les détacher de cette paroi et les lancer dans le courant sanguin. C'est cette adhérence qui a rendu si délicate jusqu'à ces derniers temps l'étude des glandes lymphatiques, à cause de la difficulté qu'on éprouvait à les débarrasser de cette infiltration de globules qui empêchait complétement d'en reconnaître la structure.

« Un des points les plus curieux de l'histoire des globules blancs est la propriété qu'ils possèdent, et partagent du reste avec d'autres cellules végétales ou animales (chromatophores des reptiles, cellules pigmentaires de la peau des grenouilles, etc.), d'éprouver des changements spontanés de forme ; ces mouvements, vus pour la première fois par Wharton Jones (2), puis étudiés depuis par d'autres observateurs, Hackel, dont on peut voir les figures dans le *Traité d'histologie* de Kölliker (3), Davaine (4), etc., consistent en des alternatives lentes de contraction et de dilatation, en des projections d'expansions transparentes, mouvements tout à fait comparables au sarcode des rhizopodes de Dujardin, et qui les avaient fait considérer

(1) *Das Saugadersystem*, p. 47.

(2) *The Blood Corpuscle considered in its Different Phases of Development. Philosophical Transact.*, 1846.

(3) *Handbuch der Gewebelehre*, 4e éd., p. 44.

(4) *Rech. sur les globules blancs du sang. Mém. de la Soc. de biologie*, t. II.

comme des amibes par Lieberkühn (1) et ranger parmi les infusoires. V. Recklinghausen (2) dit avoir observé des mouvements analogues sur les corpuscules de la cornée. Il a vu, en appliquant un faible courant intermittent, au bout de quelques secondes, les corpuscules de la cornée, de fortement réfringents, devenir subitement mats, finement granulés, pousser des expansions dans les canaux de la cornée dans une petite étendue, et présenter, en un mot, des mouvements tout à fait analogues à ceux des globules lymphatiques. »

Le chapitre IV a pour objet la physiologie du système lymphatique. Cette partie du travail de l'auteur est si importante que nous la reproduisons presque entièrement :

« Les capillaires lymphatiques ne peuvent recueillir dans leur intérieur que les liquides imbibant les parenchymes qu'ils traversent, et on conçoit que ce liquide, ce suc des tissus (*saftgewebe*) pourra provenir, suivant les régions, soit du sang, soit du dehors, et pourra enfin contenir les produits de désassimilation de ces tissus, qui passeront avec lui dans les lymphatiques.

« Mais la question a changé de face dans ces dernières années, et des observations récentes, faites avec toute la précision désirable, ont montré que la lymphe présente avec le sang un rapport beaucoup plus immédiat qu'on ne le croyait; elles ont amené à cette conclusion que la lymphe dérive *immédiatement* du sang, et que les matériaux fournis par les tissus eux-mêmes ou provenant de l'extérieur ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire dans sa formation. (Je ne parle ici, bien entendu, que des lymphatiques proprement dits, les chylifères constituant en réalité un système à part dont l'étude viendra ultérieurement.)

« C'est à Noll et Ludwig (3) qu'est due cette théorie de l'origine de la lymphe, soutenue aujourd'hui avec chaleur par la plupart des physiologistes allemands, entre autres par Brücke (4), et tout récemment encore par His (5) dans un remarquable mémoire sur les origines des vaisseaux lymphatiques.

« Cette *Théorie de la filtration* pourrait trouver son point de départ dans les observations de Hunter et Mascagni, qui avaient vu, pendant les injections de gélatine colorée dans les artères, la gélatine transsuder et passer dans les lymphatiques, la matière colorante restant dans les vaisseaux sanguins. Cette opinion s'appuie soit sur des considérations théoriques, soit sur des considérations expérimentales. Ce qui parle *à priori* en faveur du passage du sérum du sang dans les lymphatiques à travers les organes, c'est d'abord le rapport existant en général, dans les tissus,

(1) *Ueber Psorospermien*, dans *Archiv für Anat. und Physiologie*, 1854, pl. 1.

(2) *Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe*, p. 49.

(3) Noll, *Ueber den Lymphstrom in den Lymphgefässen, und die wesentlichsten anatomischen Bestandtheile des Lymphstroms. Zeitschrift für rationelle Medizin*, Bd IX, p. 52.

(4) *Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschriften des Wiener Akad.*, 1853.

(5) *Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers, und über die Theorien der Lymphbildung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1862.

entre leur richesse en capillaires sanguins et leur richesse en lymphatiques, c'est la constance de la formation de la lymphe, et enfin la possibilité, démontrée par Hoppe (1), de la filtration à travers les membranes animales d'un liquide contenant à peu près autant de sels, mais bien moins d'albumine que le liquide primitif, fait qui explique la différence de composition du sérum du sang et du sérum de la lymphe au point de vue de leur richesse en albumine. Cependant toutes ces raisons théoriques seraient passibles d'objections assez plausibles; ce rapport entre la richesse des tissus en capillaires sanguins et lymphatiques est loin d'exister dans toutes les régions d'une façon aussi absolue, et si en général, là où il y a beaucoup de lymphatiques, il y a afflux sanguin considérable, la réciproque est loin d'être vraie, et on serait aussi bien fondé à trouver un rapport entre les épithéliums et les réseaux lymphatiques et à en conclure ainsi à un tout autre mode d'origine de la lymphe. La constance de la formation de ce liquide trouverait aussi bien son interprétation dans la constance des transmutations des tissus et des phénomènes interstitiels de nutrition des organes que dans la continuité du courant sanguin, et enfin la composition chimique du sérum de la lymphe (assez mal connue encore, il faut bien l'avouer) se rapproche tout autant de celle des différents sucs imbibant les tissus que de celle du sérum du sang, même après sa transsudation d'après les lois de diffusion des solutions albumineuses. Mais, si les considérations précédentes sont insuffisantes pour faire accepter la théorie de la filtration, l'expérimentation nous fournit des bases plus solides pour nous décider en connaissance de cause. Ludwig (2) a montré que lorsqu'une partie devient œdémateuse, l'écoulement de lymphe augmente par les vaisseaux provenant de cette partie; à ce sujet il fait l'expérience suivante : il étreint fortement dans une ligature le museau d'un animal, de façon à amener un œdème de la lèvre supérieure, et voit après l'enlèvement de la ligature la lymphe couler abondamment et l'œdème de la lèvre diminuer peu à peu et graduellement à mesure que l'écoulement se produit. Weiss (3) a vu la ligature des veines du cou amener une augmentation d'écoulement de lymphe par le tronc cervical; par contre, Staedeler (4), par la compression de la carotide d'un côté, amenait toujours une diminution de la quantité de lymphe formée, et si Krause (5) a trouvé que l'écoulement de lymphe par le tronc cervical ne s'arrêtait pas après la ligature de la carotide, c'est uniquement parce que les artères collatérales continuaient à amener du sang à la tête et au cou. Tous ces faits rendent très-vraisemblable l'opinion que le sérum de la lymphe n'est autre chose que le sérum du sang

(1) *Archiv für pathol. Anatomie*, Bd XVI, p. 391.

(2) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, t. II, p. 577.

(3) *Experimentelle Untersuchungen über den Lymphstrom. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie*, 1861, p. 543.

(4) Nasse, *Gratulationsschrift an* Heusinger. *Vorstudien zur Lehre von der Lymphbildung*, p. 28, cité par His. *Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers, und über die Theorien des Lymphbildung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1862, p. 242.

(5) *Zur Physiologie der Lymphe. Zeitschrift für rationnelle Medizin*, 1855, p. 148.

dépouillé d'une portion de son albumine, transsudé des capillaires sanguins dans les parenchymes et repris immédiatement par les lymphatiques qui le ramènent vers le cœur ; et à ce point de vue les lymphatiques constitueraient des canaux de dérivation, un véritable *appareil de drainage* [pour employer l'expression de His (1)] chargé de faire rentrer dans la circulation sanguine l'excès du sérum transsudé non employé pour la nutrition des tissus ; dans ce cas, le sang artériel, en arrivant dans les capillaires, prendrait, sous l'influence de la pression qui le pousse, deux routes bien différentes, et se partagerait en deux courants de retour, l'un, le courant veineux, revenant au cœur directement en suivant la voie toute tracée des canaux veineux, l'autre indirect, traversant la paroi des capillaires, se répandant dans les tissus, repris par les lymphatiques et revenant enfin, par une voie détournée, se réunir au courant précédent et au liquide dont il était sorti. Telle est en peu de mots cette *théorie de la filtration*, qui certainement n'explique pas tous les faits, et entre autres la circulation dans les organes profonds dépourvus ou presque dépourvus de lymphatiques, qui certainement doit heurter, par son caractère mécanique, certaines tendances vitalistes, mais qui n'en est pas moins aujourd'hui l'expression réelle, sinon de la totalité, du moins de la majorité des faits. Il n'est pas à dire pour cela que la lymphe ne tire son origine que du sérum du sang ; le liquide qui imbibe les tissus peut provenir de plusieurs sources, mais c'est une question qui trouvera sa place lorsque nous traiterons de l'absorption.

Comment se fait maintenant, en vertu de quelle force a lieu la pénétration du liquide imbibant les tissus dans les radicules lymphatiques ? La capillarité de Hewson, l'endosmose de Dutrochet, l'action vitale de Hunter, l'influence électro nerveuse de Donders, n'en fournissent que des explications insuffisantes. Le terme de *vis a tergo*, meilleur en ce qu'il indique bien le mode d'action de la force qui fait pénétrer et circuler la lymphe dans les capillaires, est défectueux en ce sens qu'il ne donne aucune idée sur la nature de cette force elle-même ; et les recherches manométriques de Noll (2), faites sous l'inspiration de Ludwig, ont montré que le sérum du sang traverse les parois vasculaires sous une certaine pression qu'il conserve en partie dans les parenchymes, et que c'est cette même pression qui le fait ensuite pénétrer et circuler dans les lymphatiques. En d'autres termes, le *vis a tergo* n'est autre chose que la pression des liquides baignant les parenchymes, pression soumise elle-même à celle du sang dans les capillaires. On voit en effet, et ces expériences ont été faites depuis longtemps par les anciens anatomistes, que quand, après la mort, du liquide est poussé avec une certaine force dans les artères, les lymphatiques se remplissent et se distendent ; en appliquant le manomètre et injectant de

(1) *Ueber die Wurzeln*, etc. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1862, p. 240.

(2) *Ueber den Lymphstrom in den Lymphgefässen, und die wesentlichsten anatomischen Bestandtheile der Lymphdrusen. Zeitschrift für ratioh. Medizin*, Bd. IX, p. 52.

l'eau dans la carotide d'un chien immédiatement après la mort, Noll (1) a vu de l'œdème se produire, et le manomètre accuser dans les lymphatiques une augmentation de pression en rapport assez exact avec la force déployée pour pousser l'injection. Mais ceci n'explique pas très-bien comment se fait la pénétration du liquide dans les lymphatiques, et nous fait seulement connaître sous l'influence de quelle force cette pénétration a lieu.

« En effet, si, comme Brücke le fait remarquer (2), on considère une radicule remplie de lymphe, il ne pourra pénétrer dans le vaisseau de nouvelle quantité de liquide qu'à la condition que la pression du liquide extérieur imbibant le parenchyme sera supérieure à la pression intérieure du vaisseau. Mais, si on suppose les radicules lymphatiques complétement fermées et pourvues d'une paroi propre, la résistance opposée par cette paroi au passage du liquide fera qu'une partie de la pression extérieure sera employée à accoler presque au contact les parois du vaisseau, d'où rétrécissement de la colonne liquide, augmentation des frottements, et par suite obstacle, d'abord au cours du liquide contenu dans le vaisseau, et ensuite à la pénétration d'une nouvelle quantité de liquide dans ce même vaisseau : or cette lenteur de la pénétration des liquides dans les radicules lymphatiques ne s'accorde guère avec les faits; on sait avec quelle rapidité disparaissent ces transsudations séreuses, de façon que dans les expérimentations, après la production d'un œdème artificiel, l'observateur peut voir, suivant que sa main comprime ou abandonne la partie œdématiée, l'écoulement de lymphe s'accélérer ou se ralentir dans le tronc lymphatique mis à nu. Si au contraire on admet, ce que les recherches que nous avons citées plus haut tendent à démontrer, que les radicules lymphatiques n'ont pas de paroi propre, et même ne sont autre chose que les interstices des tissus, alors la pénétration rapide des liquides dans les radicules se comprend d'elle-même, puisque le sérum du sang, une fois sorti des capillaires, se trouve alors dans l'intérieur même du système lymphatique. »

A l'égard de la circulation lymphatique, l'auteur l'explique de la manière suivante :

« Nous avons vu dans la partie anatomique que les *capillaires* lymphatiques sont partout accompagnés de réseaux sanguins qui, d'après Teichmann, seraient plus superficiels, comme, par exemple, dans les villosités intestinales, tandis qu'au contraire les *vaisseaux lymphatiques* (*à parois musculaires et à valvules*) se trouvent en général dans des couches moins riches en capillaires sanguins : or la pression étant plus forte dans les tissus très-vasculaires que dans les tissus où l'afflux sanguin est peu considérable, le courant du liquide, suivant la loi de l'inégalité de pression, se fera des premiers vers les seconds, et par conséquent des *radicules lymphatiques* accolés aux capillaires vers les *vaisseaux à valvules* situés dans des régions relativement peu vasculaires. De là relation entre ces deux phénomènes, afflux sanguin d'une part, formation et écoulement de lymphe de l'autre; plus l'afflux sanguin sera considérable, plus la pression dans les

(1) *Ueber den Lymphstrom*, etc. *Zeitschrift für rationelle Medizin*, Bd IX, p. 91.
(2) *Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus*, p. 22.

conde; Béclard (1), par des calculs basés sur des expériences de Colin, croit pouvoir attribuer à la lymphe, dans le canal thoracique, une vitesse de 2 1/2 centimètres par seconde; du reste, cette vitesse varie dans des conditions restant les mêmes en apparence, si l'on s'en rapporte aux expériences de Ludwig (2).

« La quantité de lymphe fournie en vingt-quatre heures est très-considérable, et, d'après les recherches de Bidder et Schmidt (3), Krause (4), Weiss (5), peut être évaluée environ à 1/5 du poids du corps. Colin (6) a pu recueillir, par une fistule du canal thoracique sur un cheval, jusqu'à 11 kilogrammes en douze heures, et, sur une vache, l'énorme quantité de 95 kilogrammes en vingt-quatre heures.

« Vierordt (7) donne, pour apprécier la quantité de chyle produite en vingt-quatre heures, la méthode suivante : le chyle contient 3 p. 100 de graisse ; l'apport journalier de graisse par l'alimentation est de 90 grammes, de façon que la quantité de chyle formée en vingt-quatre heures peut être évaluée à 3 kilogrammes. Malheureusement cette méthode (qui, du reste, ne s'applique qu'au chyle et non pas à la lymphe) n'a pas la même rigueur que la méthode correspondante imaginée par le même auteur pour évaluer la quantité du sang. En présence de cette active production de chyle et de lymphe, on concoit facilement quels accidents peut entraîner la ligature du canal thoracique; cependant cette expérience, pratiquée par beaucoup d'observateurs, a donné des résultats très-contradictoires, et Tiedemann et Gmelin (8), entre autres, ont conservé cinquante-huit jours un lévrier dont le canal thoracique avait été lié; l'animal fut sacrifié au bout de ce temps, étant en plein état de santé, et à l'autopsie on trouva un seul canal thoracique: il n'y avait donc pas eu possibilité d'apport du chyle dans le sang. »

L'auteur s'occupe ensuite de l'absorption par les lymphatiques, et il fait à ce sujet les justes remarques que voici : « On peut lire, dit-il, un travail de Meder (9) sur l'absorption des lymphatiques après la ligature de l'aorte, travail dans lequel il a montré d'une façon péremptoire que, après la ligature de l'aorte, l'animal en expérience, grâce aux anostomoses vasculaires, se trouve, *au point de vue de l'absorption,* absolument dans les mêmes conditions qu'avant, ce qui annule d'un même coup toutes les recherches, soit pour, soit contre, qui ont ce procédé pour base, et entre

(1) *Traité élémentaire de physiologie,* 4e édit., p. 191, 1862.

(2) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen,* Bd II, p. 576.

(3) *Versuche zur Bestimmung der Chylusmenge, die durch den Ductus thoracicus dem Blut zugeführt wird.* Müller's *Archiv.,* 1845.

(4) *Zur Physiologie der Lymphe. Zeitschrift für rationelle Medizin,* p. 148, 1855.

(5) *Experimentelle Untersuchungen über den Lymphstrom,* 1861.

(6) *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique.* Mémoire présenté à l'Académie des sciences en 1858.

(7) *Grundriss der Physiologie des Menschen,* 2e édit., p. 152, 1862.

(8) *Recherches sur la digestion,* p. 180.

(9) *Ueber das Lymph-gefässSystem. Zeitschrift für rationelle Medizin,* p. 123, 1860.

autres celles de Bischoff (1), Henle, etc., pour ne citer que les plus récentes. On pourrait dire la même chose de la plupart des expériences, lorsque vous retrouvez une substance dans le canal thoracique, qui me dit que son absorption par les radicules lymphatiques a été primitive et qu'elle n'a pas été précédée d'une absorption par les capillaires sanguins, la substance ne peut-elle pas, après avoir accompli le circuit vasculaire sanguin en vingt-trois secondes, transsuder ensuite avec le plasma du sang et passer alors dans les radicules lymphatiques? Les recherches de Teichmann, cités plus haut, n'ont-elles pas rendu très-probable que sur toutes les surfaces limitantes, entre les lymphatiques et les matériaux absorbables, est interposé un réseau capillaire sanguin qui se trouve le premier en contact avec eux? Quelles substances absorbe-t-il? Quelles substances laisse-t-il se mêler à ce suc des tissus, source immédiate du liquide lymphatique? Voilà ce que nous ne savons pas. Aussi tout ce qui reste de cette masse de recherches, c'est cette conclusion que les substances absorbées paraissent tantôt dans les lympathiques, tantôt dans les veines, sans que nous puissions aller plus loin. »

Quant à l'absorption par les chylifères, l'auteur dit :

« Je ne m'arrêterai pas à décrire en détail les villosités intestinales, dont le rôle est cependant si important et si peu connu dans l'absorption de la graisse: je rappellerai seulement les points principaux de leur structure : un tissu fondamental mou, comme spongieux, appartenant aux formes rudimentaires du tissu connectif, et parsemé de cellules plasmatiques; des fibres musculaires lisses, longitudinales et transversales, donnant à la villosité un certain degré de contractilité; dans sa partie centrale une cavité en cul-de-sac, le chylifère central, s'ouvrant du côté de la face profonde de la muqueuse dans son réseau lymphatique; à sa périphérie, un réseau capillaire sanguin; et enfin, engaînant le tout comme un doigt de gant, un épithélium de forme spéciale, couche simple de cellules cylindriques, allongées, amincies et effilées vers la substance de la villosité, et présentant du côté de la cavité intestinale un rebord épaissi, strié dans le sens de la longueur de la cellule, telle est la structure, dans sa forme typique, d'une villosité intestinale; au delà l'observation s'obscurcit et les interprétations commencent. Et sur chacun des points nous trouvons des opinions dissidentes, en rapport beaucoup plus avec une théorie physiologique préconçue qu'avec la stricte observation des faits. Ainsi, chylifère central : pour les uns, membrane propre distincte (Kœlliker, Krause, Teichmann); pour d'autres, épithélium sans membrane propre (V. Recklinghausen); pour d'autres enfin, simple lacune sans paroi du tissu de la villosité (Brücke, Heidenhain, His). Substance connective de la villosité : pour ceux-ci, tissu connectif ordinaire rudimentaire (Kœlliker, etc.); pour d'autres, substance analogue à la substance amiloïde (Milne-Edwards); pour ceux-là, tissu creusé d'un système de canaux anastomosés d'une part avec le chylifère central, de l'autre avec les cellules épithéliales (Heidenhain).

« Mais c'est surtout pour l'épithélium que l'imagination des observateurs

(1) *Ueber die Resorption der narcotischen Gifte durch die Lymphgefässe. Zeitschrift für rationelle Medizin*, 1856.

s'est donné libre carrière : communications de leurs prolongements avec les cellules plasmatiques (Heidenhain); pores canaliculés du bourrelet du bord libre (Kœlliker, Funcke, Dunders, Welcker, Frey); ouverture centrale de ce rebord (Brücke, Wittich, Reichert, etc.); filaments ou bâtonnets analogues aux cils vibratils (Gruby et Delafond), etc. La liste en serait interminable. Mais toutes ces opinions peuvent se grouper en deux classes : les uns, très-embarrassés du reste d'expliquer la pénétration de la graisse et n'admettant guère que ce que donne évidemment le microscope, c'est-à-dire une cavité centrale lymphatique sans communication canaliculée avec l'extérieur; les autres, dont Brücke est le chef et le représentant le plus autorisé, voulant à tout prix expliquer le passage de la graisse et admettant, plutôt qu'ils ne décrivent, des canaux ou des lacunes partant du chylifère central et communiquant avec l'extérieur.

« Physiologiquement, mêmes dissidences, mêmes hypothèses; cependant nous essayerons de donner une idée beaucoup moins des diverses théories que des désiderata de la question, et, s'il est possible, de dégager de cette étude quelques données pour la compréhension future du phénomène. D'abord quelles sont les conditions physiologiques, quel est le mode de fonctionnement de la villosité au moment de la digestion? L'afflux sanguin est énergique du côté du tube intestinal; le réseau capillaire sanguin s'injecte et donne aux villosités un état de turgescence qui les applique étroitement les unes contre les autres, de sorte que leur sommet seul baigne dans les liquides intestinaux : or, si nous nous rappelons que les capillaires sanguins sont situés à la périphérie, ce sera là par conséquent que la pression sera la plus forte, tandis qu'elle sera plus faible au centre de la villosité : il s'établira donc un courant énergique de la superficie de la villosité vers le chylifère central, et celui-ci se chargera de lymphe venant du sérum transsudé des capillaires sanguins. Nous nous trouvons donc, chose à laquelle *à priori* on eût été loin de s'attendre, dans les plus mauvaises conditions possibles pour l'absorption superficielle surtout par les lymphatiques.

« D'un autre côté, dans l'intestin nous trouvons, outre les solutions albumineuses, salines ou autres, produits de la digestion stomacale, de la graisse à l'état d'émulsion, suivant la plupart des physiologistes, c'est-à-dire divisée en molécules d'une finesse incommensurable, de plus des sécrétions bucco-pharyngienne, gastrique, intestinale; mais nous n'avons ici à nous occuper que de la graisse. Nous avons donc en présence : des molécules de graisse, un épithélium, et au-dessous de cet épithélium des capillaires sanguins, un tissu spongieux, mais tendu à ce moment comme par une sorte d'érection, un vaisseau chylifère et un courant prédominant allant des capillaires sanguins vers le chylifère central. Quels sont les changements qui se produisent dans ces diverses parties? Voyons d'abord les faits, nous chercherons ensuite, s'il est possible, à les interpréter. Si la graisse contenue dans l'intestin est très-finement divisée, les cellules épithéliales subissent une véritable dégénérescence graisseuse; elles s'opaficient, deviennent granuleuses par le dépôt de fines gouttelettes graisseuses; leur noyau subit la même dégénérescence; en même temps elles augmentent de volume et se détachent facilement de la villosité. Bientôt le tissu même de la villosité, tantôt dans son sommet seulement, d'autres fois dans toute son etendue,

s'infiltre de graisse, sous forme de stries fines, réticulées, prises par quelques observateurs pour des lymphatiques ou des capillaires sanguins, ou bien de grosses gouttelettes qui, d'après Kœlliker, Virchow, etc., se formeraient après la mort; enfin, le centre de la villosité, c'est-à-dire le chylifère, se charge à son tour d'un liquide laiteux, dans lequel le microscope permet de reconnaître des gouttelettes graisseuses. Jusqu'ici, l'accord est à peu près parfait entre les physiologistes sur la constatation de ces phénomènes, mais bientôt vont commencer les dissidences. Voyons-les d'abord dans les faits avant de les recueillir dans les théories.

« Les deux faits principaux sur lesquels le doute peut exister concernent: 1° la destinée ultérieure de l'épithélium des villosités; 2° la question de savoir si la graisse de la villosité est bien celle qui existait dans l'intestin et si elle ne provient pas d'une autre source.

« Quant à ce que devient l'épithélium des villosités, Goodsir (1), qui vit le premier leur infiltration par la graisse, admit que dans cet acte les villosités se dépouillent de leur épithélium. Cette observation paraît avoir été méconnue de la plupart des observateurs qui suivirent, et qui, dans l'absorption de la graisse, font traverser la cellule épithéliale par les molécules graisseuses pour ainsi dire pas à pas, par un véritable phénomène de progression centripète. Cependant, d'après des observations nombreuses de M. le professeur Küss (2), l'épithélium a une très-grande tendance à se détacher de la villosité une fois infiltrée de graisse, et, dans ce cas-là, le phénomène pourrait se rapprocher de cette dégénérescence graisseuse qui précède la ruine des cellules. On trouve du reste, dans l'*Anatomie microscopique* de Kœlliker (3), une figure que celui-ci donne pour une villosité garnie de son épithélium au début de la résorption de la graisse; mais je tiens de M. le professeur Küss, qui a vu en effet très-souvent la disposition figurée, qu'elle représente une villosité, mais dépouillée de son épithélium (4). Je n'insisterai pas plus longtemps sur ce sujet, malgré son importance dans l'absorption de la graisse, parce qu'il ne concerne pas immédiatement le rôle des lymphatiques dans ce phénomène.

« Je passe à la seconde question, qui n'a guère plus attiré l'attention des physiologistes. En effet, tous admettent, comme une chose parfaitement démontrée, que la graisse des aliments passe ainsi de proche en proche de l'intestin dans le chylifère, sans s'inquiéter de savoir si le phénomène ne serait pas par hasard plus complexe. Or, je trouve dans la thèse de Finck (5) un fait dû au savant observateur que je viens de citer, fait qui me paraît avoir une très-grande importance dans la question qui nous occupe. Si on injecte dans une anse d'intestin sur un animal qui vient de

(1) *Structure and functions of the intestinal vill. Edinburgh Philosophical Journal*, 1842.

(2) Finck, *Physiologie de l'épithélium*. Thèses de Strasbourg, 1854.

(3) *Mikroskopische Anatomie, oder Gewebelehre des Menschen*. Leipzig, 1852, IIe vol., p. 168, fig. 233.

(4) Consulter à ce sujet Finck, *Physiologie de l'épithélium intestinal*. Thèses de Strasbourg, 1854, et comparer la planche à celle de Kœlliker.

(5) *Id.* (voir la note précédente).

mourir du chyme stomacal filtré, les cellules épithéliales deviennent opaques, granuleuses, et le microscope montre que cet opacissement est dû à des granulations graisseuses; l'expérience en a été faite publiquement à Strasbourg par M. Küss, en 1847, sur l'intestin d'un supplicié, une demi-heure après la mort. La même chose arrive avec le suc gastrique pur; seulement l'opacité des cellules est moins prononcée. Nous avons donc ici une production de graisse en présence d'un chyme qui en est dépourvu, production qui ne peut être attribuée à de la graisse venant du dehors, et il y a là un acte vital dont la signification nous échappe, mais qui nous prouve du moins que le problème est complexe et ne se limite pas à une simple pénétration mécanique. C'est là le cas de rappeler l'opinion de Goodsir, qui regardait l'absorption de la graisse comme un phénomène sécrétoire de l'épithélium intestinal.

« Voyons maintenant rapidement quelles sont les diverses explications proposées des phénomènes que nous venons de décrire.

« Les uns, et Otto Funke (1) surtout a soutenu cette opinion, croient que l'absorption de la graisse ne se fait pas par d'autres lois que celles du passage de tous les liquides à travers les membranes dites *poreuses;* les autres admettent que cette absorption suit des lois toutes différentes, et se rapproche de la pénétration des corpuscules solides; ils diffèrent du reste d'opinion sur le mode de cette pénétration.

« Otto Funke pose comme principe que des corps liquides ou solubles peuvent seuls, à l'état normal, passer dans la cavité des cellules, et que les corps gras absorbés par l'intestin le sont comme toutes les substances liquides, d'après les mêmes lois que celles qui régissent le passage des liquides à travers les membranes perméables (endosmose, etc.). D'après ses expériences, les corps gras *liquides à la température du corps* sont seuls susceptibles de passer de l'intestin dans les cellules épithéliales, tandis que les corps gras liquides seulement à une température plus élevée ne sont plus absorbés, quel que soit le degré de leur division. L'auteur a fait à ce sujet des expériences avec la cire et surtout avec la stéarine. La stéarine, chimiquement pure, se solidifie de 57 à 58 degrés, par conséquent bien au-dessus de la température du corps; par un procédé particulier, il est parvenu à en obtenir une émulsion dans laquelle la stéarine se présentait en particules, ayant de 0,001 à 0,0004 de ligne. Il l'injecta avec toutes les précautions voulues dans l'intestin, et ne trouva jamais de résorption de graisse; si, au contraire, on emploie la stéarine du commerce, dont le point de fusion est à peu près à 39 degrés, on a une magnifique résorption graisseuse. Ce n'est donc pas l'état de division de la graisse, mais sa liquéfaction, qui est la condition essentielle du phénomène.

« Mais des expériences contradictoires et en très-grand nombre tendent à faire admettre que des corpuscules solides, même d'un certain volume, peuvent traverser les cellules épithéliales et le tissu des villosités et arriver dans le chylifère central, et que la graisse suit la même marche dans son

(1) *Beiträge zur Physiologie der Verdauung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, p. 315, 1850.

absorption. C'est Brücke surtout qui, dans une série de mémoires, s'est fait le champion de cette opinion qui a aujourd'hui réuni une grande partie des physiologistes allemands. De tous côtés aussi, chacun s'est mis à l'œuvre, essayant de trouver ces orifices qui devaient livrer passage aux particules solides ou aux gouttelettes de graisse. Je ne reviendrai pas sur tous ces détails minutieux de structure des villosités que je n'ai pu qu'effleurer dans ce travail. Cependant, avant de passer à la pénétration des corpuscules solides dans les lymphatiques, je dois dire quelques mots de l'explication de Brücke, qui est adoptée avec quelques variantes par beaucoup de physiologistes, et entre autres, en France, par Milne-Edwards. Brücke admet que, du côté de l'intestin, la cellule épithéliale présente une ouverture centrale, ou plutôt est fermée par une sorte de bouchon de matière muqueuse disparaissant au moment de l'introduction de la graisse, pour se reformer ensuite; il admet, en outre, à l'extrémité opposée de la cellule épithéliale, des orifices communiquant avec le tissu de la villosité, enfin l'absence de paroi propre sur le chylifère central; les causes qui font progresser la graisse vers le chylifère sont dans ce cas les suivantes : d'abord les contractions péristaltiques compriment les liquides intestinaux contre les villosités et font pénétrer les particules graisseuses dans les orifices béants des cellules épithéliales; d'un autre côté, la villosité ne peut s'affaisser sous cette pression, grâce à la turgescence, à la véritable érection qu'elle doit à l'afflux sanguin dans les capillaires : il y a donc pression très-forte sur toute la superficie de la villosité, pression plus faible au centre vers le chylifère, les particules graisseuses suivent donc cette direction, soit dans les interstices du tissu propre connectif de la villosité, soit dans les cavités du réseau de cellules plasmatiques; enfin, comme causes adjuvantes, contractions des fibres musculaires lisses favorisant la progression des granulations graisseuses, leur pénétration dans le chylifère et leur passage dans le réseau lymphatique de la muqueuse. Milne-Edwards se range à peu près à cette explication, et comme il est peut-être le seul physiologiste français qui ait émis une opinion à ce sujet dans ces dernières années, je le citerai textuellement : « Les observations de ces derniers physiologistes (1) sont par conséquent favorables à l'opinion de M. Brücke, « et me portent à concevoir le phénomène de l'absorption de la graisse « comme s'effectuant de la manière suivante : les particules graisseuses, « dans un état de division extrême, s'engageraient entre les filaments constitutifs de l'espèce de pinceau qui forme la majeure partie du bourrelet « ou couvercle de la cellule, et rencontreraient au-dessous une couche « membraniforme de matière sarcodique qui serait en continuité latéralement avec la portion solide des parois de l'organite (2) cylindrique, mais « qui, n'étant pas consolidée au même degré, céderait sous la pression de « ces particules et les laisserait passer jusque dans l'intérieur de la masse « albuminoïde logée dans la cavité de cette cellule, puis reviendrait sur

(1) Brettauer et Steinach, *Untersuchungen über das Cylinderepithelium der Darmzotten und seine Beziehung zur Fettresorption. Sitzungsbericht der Wiener Akademie*, 1857.

(2) Milne-Edwards appelle *Organite* tout organe élémentaire.

« elle-même et reprendrait sa forme primitive, ainsi que cela se voit à « la surface du corps chez les amibes et les autres animalcules sarco- « daires » (1).

« Je dois cependant dire en passant que cette matière sarcodique de Milne-Edwards, ce bouchon muqueux de Brücke, n'ont jamais été observés directement, que les parois des cellules épithéliales des villosités présentent la même consistance absolument que celle de beaucoup d'autres cellules et surtout la même consistance dans tous les points de leurs parois, et enfin que, d'après les observations les plus récentes, elles *sont tout à fait fermées.*

« En résumé, nous nous trouvons en face de deux faits contradictoires : d'un côté, le passage, à travers une membrane close, d'un liquide, la graisse, non miscible au liquide qui imbibe cette membrane ; de l'autre, l'absence de canalicules et d'orifices appréciables dans la membrane traversée : il y a donc là une lacune qui subsistera tant qu'on n'aura pas démontré ou bien l'existence d'orifices méconnus jusqu'à ce jour, ou bien une atténuation telle des molécules graisseuses qu'elles puissent traverser ces pores invisibles que nous supposons exister dans toute membrane perméable.

« Un phénomène physiologique qui pourrait peut-être servir à expliquer la résorption de la graisse dans la digestion est celui de l'amaigrissement, et l'étude des modifications intimes subies dans ce cas par les éléments anatomiques pourrait peut-être nous conduire à des résultats intéressants. Si on examine des cellules adipeuses sur un individu gras, on les trouve complétement remplies d'une grosse gouttelette graisseuse, et entre elle et la membrane d'enveloppe tout intervalle a disparu ; dans un premier degré d'amaigrissement de la cellule adipeuse, on trouve encore la gouttelette huileuse dans la cellule, mais elle ne la remplit plus entièrement ; entre elle et la membrane se trouve un espace plus ou moins large. Dans un degré plus avancé, ce sont des granulations graisseuses qui remplissent plus ou moins la cellule adipeuse ; enfin, peu à peu les granulations graisseuses disparaissent ; à peine reste-t-il dans un point de l'intérieur de la cellule une petite gouttelette, et dans l'amaigrissement porté au plus haut degré (par exemple, individus morts dans le marasme), la vésicule adipeuse est réduite à une cellule contenant un liquide séreux. Comment cette graisse a-t-elle disparu peu à peu de l'intérieur de la vésicule, dans l'enveloppe de laquelle personne ne s'est encore avisé de trouver des canalicules ? Et la graisse contenue dans les cellules n'est-elle pas avec la membrane de la cellule et avec les capillaires sanguins voisins dans le même rapport que la graisse de l'intestin avec la membrane d'enveloppe des cellules épithéliales et les capillaires sanguins sous-jacents ? Et, en effet, dans la résorption de la graisse dans l'amaigrissement on ne peut guère faire résorber cette graisse par les lymphatiques, tandis que chaque vésicule adipeuse, pour ainsi dire, a un réseau capillaire ou mieux en rapport avec plusieurs capillaires, comme l'indiquent Todd et Bowman. »

(1) Milne-Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparés*, t. V, p. 230.

L'auteur donne l'historique des recherches si nombreuses sur la question de l'absorption des matières solides. Il rapporte avec détails les recherches anatomiques et les expériences de V. Recklinghausen, qui ne laissent guère de doute sur l'existence d'ouvertures dans les lymphatiques, ouvertures par lesquelles les matières solides peuvent pénétrer dans le système lymphatique. Voici ce qu'il dit des expériences du physiologiste allemand, qui s'est assuré que les substances suivantes sont absorbées chez les lapins : huile, liquides tenant en suspension des globules de lait ou du sang, du cinabre, de l'encre de Chine, du cobalt, etc.

« Voulant voir ces orifices et s'assurer de leur disposition, il (1) eut recours à la solution de nitrate d'argent dont il s'est déjà servi pour démontrer l'épithélium des lymphatiques, et vit alors la disposition suivante en ajoutant une goutte de solution de nitrate à la préparation. (Je traduis textuellement le passage à cause de son importance) :

« Je constatai alors les dispositions suivantes : les lymphatiques les plus « superficiels eux-mêmes étaient recouverts par une couche épithéliale « continue dont les cellules correspondaient exactement quant à leur forme « à celles qui recouvraient toute la séreuse; elles étaient cependant de plus « petite dimension. De plus, au point où avait existé un tourbillon, il « s'était formé un point noir élargi vers lequel aboutissaient les lignes « noires dessinant un réseau entre les cellules. Ce point avait la couleur « noire brunâtre des lignes intercellulaires, sa forme était arrondie, les « lignes noires convergeant vers lui s'y arrêtaient brusquement sans aug- « menter d'épaisseur en s'en rapprochant; sa forme était rarement arron- « die, quelquefois elliptique; son plus grand diamètre était un peu supé- « rieur à celui des gros globules de lait, mais toujours inférieur à celui des « cellules épithéliales avoisinantes. Ces points noirs se trouvaient souvent « exactement au-dessus d'un des bords d'un vaisseau lymphatique. On « voyait aussi d'une façon très-manifeste de petits vaisseaux collatéraux « recouverts de leur épithélium et présentant ces mêmes taches noires. Je « crois pouvoir affirmer, d'après mes recherches, que les lignes noires se « forment aux dépens d'une substance intercellulaire, et que par consé- « quent ces taches ou points noirs que je viens de signaler sont dus à une « substance disposée *entre* les cellules et non à ces cellules elles-mêmes. Il « résulte de mes expériences que cette substance à l'état frais est tout à « fait liquide, qu'elle se précipite par le nitrate d'argent, devient consis- « tante et obstrue l'entrée des tourbillons. Nous arrivons donc à cette con- « clusion : *les vaisseaux lymphatiques superficiels de la face périto-* « *néale du centre tendineux communiquent avec la cavité abdominale* « *par des ouvertures ayant environ deux fois le diamètre des globules* « *rouges du sang. Ces ouvertures sont disposées entre les cellules épi-* « *théliales dans les points où plusieurs d'entre elles sont contiguës.* »

« Quelle peut être maintenant l'utilité de ces ouvertures? V. Recklinghausen hasarde l'hypothèse suivante : il a remarqué très-fréquemment dans les grandes cavités séreuses, à l'état normal, des quantités de liquide

(1) *Zur Fettresorption*, in Virchow's *Archiv.*, 1862, vol. XXVI, p. 188.

quelquefois assez considérables, fait déjà reconnu par d'autres observateurs, et entre autres par Claude Bernard, qui a vu que chez les lapins et chez les chevaux il y a toujours, au moment de la digestion, un épanchement de sérosité dans l'abdomen; ce liquide, d'après V. Recklinghausen, est très-souvent coagulable et contient en outre des globules analogues à ceux du pus ou de la lymphe, et qui proviennent probablement de l'épithélium; ces orifices seraient chargés de laisser passer ces globules dans les lymphatiques. Guidé par cette vue, il a cherché si les autres cavités séreuses, péricarde, plèvre, etc., présentent le même phénomène que le centre phrénique, mais il n'a jamais pu arriver à l'y rencontrer. »

Dans le chapitre V, l'auteur s'occupe du développement du système lymphatique. Il passe ensuite à des conclusions générales dont nous extrayons les passages suivants :

« Le système lymphatique peut être considéré comme composé de deux appareils distincts, tous deux en relation intime avec le système sanguin, un appareil de circulation et un appareil de sécrétion ou mieux de formation.

« Le premier, vaisseaux lymphatiques, recueille dans l'intimité des tissus l'excès du liquide transsudé à travers les parois des capillaires sanguins, ou, à son défaut, les liquides venus de l'extérieur : c'est donc bien, en réalité, suivant l'expression pittoresque de His, un véritable appareil de drainage, que ce drainage s'exerce à ciel ouvert ou dans la profondeur des tissus, sur les liquides extérieurs absorbables ou sur le plasma du sang. Placé sous la dépendance immédiate de ce dernier, il n'existe guère que par lui et pour lui; c'est son sérum qui coule dans ses canaux, et s'il y coule, c'est encore sous l'influence de la pression sanguine : aussi la lymphe retrace-t-elle fidèlement, par ses variations de quantité et de composition, toutes les fluctuations si nombreuses du liquide sanguin.

« Le second appareil, glandes lymphatiques, est bien aussi en rapport intime avec le sang; mais à l'inverse du précédent, au lieu de se trouver sous la dépendance immédiate de ce liquide, c'est le sang qui est sous sa dépendance : en effet, c'est de lui qu'il reçoit les matériaux de ses globules rouges; c'est dans son intérieur que se forment les globules blancs, que se préparent, en un mot, les parties constituantes les plus indispensables du liquide sanguin. Aussi voit-on les maladies de cet appareil se traduire par des altérations de quantité ou de qualité des divers principes ou éléments du sang. La division de ces deux appareils, quoique anatomiquement très-incomplète, trouve cependant sa confirmation, si on examine certains organes et certaines régions. On pourrait très-bien concevoir une glande lymphatique versant directement son produit dans le sang, sans emprunter à titre de canal excréteur l'appareil des vaisseaux lymphatiques.

« Cette conception, qui paraît au premier abord purement théorique, se trouve effectivement réalisée dans l'organisme; je veux parler des glandes dites *vasculaires sanguines*. Nous avons là tout un système d'organes dont la structure est identique à celle des glandes lymphatiques, dont le produit est le même (globules blancs), dont la fonction paraît être tout à fait du même ordre, et qui n'en diffèrent que parce que leurs produits de formation sont en partie versés directement dans le système sanguin.

« Mais il faut faire une distinction dans cette classe des glandes vasculaires, et à ce sujet je crois que Leydig et Luschka ont placé cette question sur ses véritables bases. On ne peut évidemment rapprocher des organes comme les capsules surrénales de la rate ou des ganglions lymphatiques; leurs rapports intimes avec le système nerveux, leur mode de développement, qui se fait d'une masse de blastème formateur commune avec le grand sympathique abdominal, la spécialité de leurs fonctions pourtant si obscures, toutes ces raisons se réunissent pour nous engager à en faire un groupe à part dans lequel se rangeraient encore l'hypophyse, la glande coccygienne, et peut-être aussi le ganglion intercarotidien, dans lequel on ne trouve pas seulement des cellules nerveuses ganglionnaires; on aurait ainsi le groupe des glandes nerveuses de Luschka, qui me sembleraient mieux appelées *glandes sympathiques*.

« Cette classe n'a rien à voir avec les ganglions lymphatiques, et, une fois mise à part, nous restons en présence d'un groupe d'organes identiques sous beaucoup de rapports avec les glandes lympathiques : ce sont la rate, le thymus, les follicules clos de tout le tube intestinal. Il est un organe qui est pour ainsi dire hors rang, qui ne peut être placé ni dans un groupe ni dans un autre : c'est le corps thyroïde. En effet, par sa structure beaucoup plus rapprochée des glandes à conduit excréteur, par sa fonction qui paraît surtout mécanique, par son développement même, car, tandis que les glandes sympathiques et les glandes vasculaires se développent dans le feuillet moyen du blastoderme, seul le corps thyroïde provient du feuillet interne épithelial (fait qui me semble avoir une très-grande importance), par toutes ces raisons, dis-je, la glande thyroïde doit former un groupe à part et ne peut, du reste, dans aucun cas, être assimilée aux glandes lymphatiques.

« Quant à la rate, au thymus, aux follicules clos de la langue, de l'intestin, de la conjonctive, etc., leur assimilation aux glandes lymphatiques repose sur les bases les plus sérieuses. Leur structure est identique : en effet, dans toutes, la substance glandulaire proprement dite se compose, comme dans la pulpe centrale des ganglions, de deux parties : un réseau de trabécules fines ou réticulum, et dans les interstices de ce réseau des corpuscules lymphatiques ou globules blancs. Telle est la base fondamentale de la structure de tous ces organes, et on la retrouve dans chacun d'entre eux, sans que les circonstances accessoires de texture, inhérentes à chacun en particulier, puissent la faire méconnaître ; en outre, la disposition des vaisseaux sanguins présente des analogies remarquables, et enfin leur mode de développement est encore, comme nous l'avons vu précédemment, une circonstance qui les rapproche. Des objections ont été élevées contre cette assimilation : comment comparer, a-t-on dit, des organes ayant des lymphatiques afférents et efférents à des organes n'ayant que des lymphatiques efférents, comme, par exemple, le thymus? Puis certains même de ces organes n'ont aucune connexion avec les vaisseaux lymphatiques, et Teichmann, par exemple, n'a jamais pu parvenir à injecter par là un follicule clos de l'intestin. Mais le vaisseau afférent d'un ganglion représente aussi bien le vaisseau efférent du ganglion précédent, et tout le système lymphatique formateur pourrait être considéré comme une énorme masse gan-

glionnaire s'ouvrant dans le circuit veineux par l'intermédiaire de l'appareil des vaisseaux lymphatiques, qui lui sert de conduit excréteur. Que ce conduit excréteur soit plus ou moins long, qu'importe! et quelle différence cela peut-il amener entre la nature et la fonction d'une glande lombaire et d'une glande du creux poplité? Et de même que le produit de sécrétion soit versé immédiatement dans le sang, comme, par exemple, dans la rate, ou qu'il y soit versé après un trajet de quelques centimètres, comme par le dernier ganglion lymphatique, y a-t-il là une différence si radicale? Au point de vue de la nature des glandes et de leur fonction, les a-t-on jamais divisées d'après la longueur ou la brièveté de leur canal excréteur? Qu'on ne veuille pas appeler la rate, le thymus, etc., *glandes lymphatiques*, je le conçois; qu'on les appelle *glandes conglobées*, *appareils lymphoïdes*, *substance adénoïde*, *infiltration lymphatique*, etc., qu'importe! pourvu qu'on reconnaisse leur analogie de structure et de fonctions. »

Enfin l'auteur ajoute à son important travail, remarquable à la fois par sa vaste érudition et par sa judicieuse appréciation des travaux d'un grand nombre d'anatomistes et de physiologistes, une liste des publications faites durant les douze dernières années sur l'anatomie et la physiologie du système lymphatique, en y ajoutant une brève indication de l'objet de chaque travail qu'il cite.

2° *Recherches sur la physiologie et la pathologie du cervelet*;

Par MM. Manuel LEVEN et Auguste OLLIVIER.

(Extrait des *Archives générales de médecine*, Novembre et Décembre 1862.)

Dans cet intéressant mémoire, les auteurs ont comparé avec soin les résultats de leurs expériences aux symptômes observés chez l'homme. Nous nous bornerons à en extraire les parties suivantes qui résument ce qu'ils ont constaté sur des cochons d'Inde :

« Nous avons piqué le cervelet avec une aiguille d'acier fortement trempée, de façon à pouvoir ouvrir facilement le crâne et pénétrer directement dans l'organe sur lequel nous nous proposions d'opérer. Ces piqûres n'entraînant aucune déchirure grave des parties molles extérieures et ne déterminant aucune hémorrhagie capable de comprimer le cervelet, nous nous placions dans les meilleures conditions pour reconnaître les troubles apportés par une lésion dont on graduait la profondeur au moyen d'un curseur fixé sur l'aiguille.

« Ces expériences peuvent être divisées en deux séries. Dans la première, le cervelet seul a été atteint; dans la seconde, indépendamment de la piqûre du cervelet, il s'est produit une hémorrhagie assez forte pour amener des phénomènes de compression, ou bien la moelle allongée a été elle-même lésée.

« *Première série*. — Les lésions cérébelleuses simples ne sont jamais suivies de mort; les symptômes déterminés par la lésion disparaissent suc-

cessivement et d'autant plus vite que la plaie est moins étendue ; après un nombre de jours qui varie de 1 à 2 septénaires, l'animal est généralement guéri.

« Les piqûres du cervelet n'altèrent ni la sensibilité ni les organes des sens : ainsi ni l'odorat, ni l'ouïe, ni la vue, ni le goût, n'ont été troublés.

« Elles n'ont jamais déterminé de vomissements ni aucun désordre digestif; les animaux n'ont pas eu de dejections alvines liquides; ils boivent et mangent dès que la piqûre a été faite; ce genre d'opération ne paraît nullement troubler leur appétit, et par conséquent nous n'avons jamais constaté l'émaciation.

« Les lésions cérébelleuses ont déterminé un seul ordre de phénomènes morbides, des troubles de la motilité; mais ils sont très-variés et sont souvent difficiles à analyser.

« Ils consistent en mouvements de rotation, de manége, en inflexions de la tête sur le tronc, hémiplégie incomplète, lenteur dans la progression, etc.

« Si l'on pique un lobe cérébelleux, les mouvements de rotation sur l'axe commencent immédiatement avec une rapidite telle, que l'animal fait un très-grand nombre de tours sur lui-même dans une minute; leur vitesse diminue peu à peu, et finalement, quand il revient au repos, il reste couché sur le côté lésé ; si on cherche à le placer sur le côté opposé, il fait un certain nombre de tours sur lui-même jusqu'à ce qu'il soit retombé sur le côté lésé; l'animal a parfaitement conscience de la force qui l'entraîne malgré lui, et, dès qu'il a trouvé un point d'appui solide contre lequel il peut appliquer le côté lésé, il y reste dans une complète immobilité, sentant pour ainsi dire que le moindre déplacement ramènera ces mouvements si pénibles pour lui. L'expérimentateur peut aussi se faire une idée de cette force qui entraîne l'animal, s'il le prend dans la main; il est obligé d'exercer une vigoureuse résistance pour maintenir l'animal du côté opposé au côté lésé. Soient A et B les deux lobes cérébelleux : si l'on pique A, l'animal restera couché sur le côté du lobe A; ce lobe innervant les muscles du côté opposé, sa piqûre paralyse pour ainsi dire momentanément ces muscles, et le système musculaire innervé par B, traversé par un courant nerveux en puissance, entraînera le côté opposé dès qu'il sera libre.

« L'analyse des mouvements de rotation ou de manége semble donner raison à Rolando, qui comparait le cervelet à une pile voltaïque.

« Les mouvements de rotation ont lieu presque toujours du côté lésé vers le côté sain, ils s'épuisent peu à peu et ont cessé ordinairement au bout de vingt-quatre heures; l'animal se redresse sur ses pattes lorsque la force de rotation commence à diminuer, et il peut alors se coucher indistinctement sur le côté sain ou sur le côté lésé.

« Les mouvements de manége sont de même nature que les précédents; seulement ils ont lieu le plus ordinairement du côte opposé au côté lésé, rarement ils ont lieu du même côté; ils se répètent un certain nombre de fois de suite après la piqûre, puis ils diminuent. L'animal peut bientôt rester en repos, mais le corps courbé en arc; quand la courbure a dépassé un certain degré, le manége recommence; puis la courbure cesse, le corps reprend sa direction rectiligne, et ce n'est que par intermittence que l'on

voit la tête s'infléchir lentement sur le cou, le cou sur le tronc, et le manége recommencer; enfin l'équilibre se rétablit peu à peu et le mouvement de manége cesse tout à fait.

« A ces troubles si singuliers de la motilité succède d'ordinaire l'affaiblissement musculaire général; la marche est devenue très-difficile et, pendant quelques heures au moins, impossible, ou bien il se produit une hémiplégie incomplète; quelquefois aussi il reste une tendance irrésistible à être entraîné du côté opposé à celui de la lésion.

« Lorsque l'on pique les deux lobes l'un après l'autre, la rotation et le manége continuent alternativement dans un sens ou dans l'autre.

« La rotation ou le manége ne se produisent pas toujours après une piqûre du cervelet, mais l'affaiblissement des mouvements est toujours consécutif à cette lésion.

« Un symptôme presque constant des piqûres du cervelet est le strabisme. Le strabisme paraît avec les autres troubles de la motilité et disparaît avec eux; il est le plus souvent croisé, ordinairement simple, plus rarement double. Le strabisme est donc sous la dépendance de la lésion cérébelleuse; les muscles qui meuvent le globe oculaire sont innervés par le cervelet comme les autres muscles du corps.

« Les fonctions visuelles ne paraissent pas altérées, mais il faut dire que les lésions produites se guérissent si promptement qu'il est permis de se demander si une lésion d'une certaine durée ne pourrait pas déterminer l'amaurose, ainsi que le montrent les observations pathologiques.

« Dans quelques-unes de nos expériences, nous avons vu la cornée se flétrir du côté du strabisme.

« *Deuxième série.* — Le cervelet et la moelle allongée ont été lésés en même temps; les animaux ont tous succombé après vingt-quatre, trente-six ou quarante-huit heures, à ce genre de lésions.

« Ces doubles lésions développent deux ordres de symptômes : les uns, symptômes dépendant du cervelet; les autres, de la moelle allongée.

« Nous ne reviendrons pas sur la description des premiers, les détails dans lesquels nous venons d'entrer pour la première série sont suffisants; les seconds demandent une description spéciale et s'en distinguent nettement. Nous n'avons pas rencontré d'altérations de la sensibilité ni des fonctions des organes des sens.

« Les animaux urinaient involontairement et avaient des déjections alvines fréquentes. Immédiatement après la piqûre, ils tombaient comme frappés de mort, et cette mort apparente durait quelques secondes.

« Les mouvements convulsifs commençaient ordinairement douze heures après la piqûre; la respiration était fréquente et anxieuse; les vomissements paraissaient tantôt dès le début, tantôt au bout de vingt-quatre ou trente-six heures, et ne se reproduisaient que rarement; les mouvements de déglutition devenaient de plus en plus gênés; l'animal se refroidissait, et mourait le deuxième ou le troisième jour après l'expérience. »

JOURNAL

DE LA

PHYSIOLOGIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

I

MÉMOIRES ORIGINAUX

REMARQUES PHYSIOLOGIQUES

A L'OCCASION D'UN

MONSTRE DOUBLE PARASITAIRE HÉTÉRADELPHE

CIRCULATION DES MONSTRES OMPHALOSITES

DÉVELOPPEMENT DES NERFS ET DES MUSCLES

Par M. A. CHAUVEAU

Professeur d'anatomie et de physiologie à l'École de médecine vétérinaire de Lyon.

Le 5 octobre dernier on m'apporta un fœtus de vache âgé de 6 à 7 mois environ, représentant un fort bel exemple de monstruosité double parasitaire, famille des Hétérotypiens, genre Hétéradelphe, monstruosité caractérisée, comme on le sait, par la greffe d'un parasite acéphale sur un sujet autosite complet.

La dissection minutieuse que je fis de ce monstre m'a révélé d'intéressantes particularités propres à jeter du jour sur

plusieurs points physiologiques importants, particulièrement sur la dépendance, au point de vue du développement et de la nutrition, des muscles par rapport aux nerfs, des nerfs par rapport à leurs cellules trophiques.

C'est ce qui m'a engagé à présenter l'histoire de ce monstre, histoire qui, au point de vue tératologique pur, ne mériterait pas d'être faite, malgré la rareté de la monstruosité double parasitaire hétéradelphe chez les animaux; car cette monstruosité, relativement fréquente dans l'espèce humaine, est depuis longtemps parfaitement connue.

DESCRIPTION DU SUJET AUTOSITE.

Caractères extérieurs. — Les caractères extérieurs du sujet principal différent peu de ceux qui sont présentés par un fœtus physiologique de même âge.

Ce sujet, du sexe féminin, mesure 65 centimètres du bout du museau à la base de la queue. On compte 45 centimètres du garrot à l'extrémité terminale du membre antérieur, et 40 de l'angle de la hanche à l'extrémité du membre abdominal.

La peau est déjà couverte de poils sur les quatre extrémités, la queue et quelques régions de la tête. On trouve la corne des onglons parfaitement formée.

C'est sur le côté droit du thorax que le parasite est greffé, au niveau de la partie inférieure des dernières côtes sternales.

Deux particularités anormales se révèlent à l'extérieur sur l'autosite: une scoliose assez prononcée, et un énorme développement de l'ombilic. Nous reviendrons, dans la description du squelette, sur la première particularité. La seconde va être décrite immédiatement.

Région ombilicale. — L'ombilic forme, sous le ventre de l'animal, une tumeur volumineuse, presque aussi grosse que la tête d'un enfant nouveau-né. Cette tumeur n'est pas recouverte par la peau, qui s'arrête circulairement à sa base en formant un bord nettement taillé à pic.

Les parois de la tumeur sont constituées par de minces *fascia* de tissu conjonctif, doublant le péritoine, et laissant voir par transparence le foie, ainsi que les circonvolutions intestinales.

Le cordon, qui a été coupé très-court, ne fait point de saillie

sensible à la surface de la tumeur ombilicale; mais on retrouve sur cette surface les orifices béants de l'ouraque et des vaisseaux ombilicaux, avec un bout d'intestin grêle largement ouvert.

L'ouraque est très-dilaté : il laisse facilement pénétrer deux doigts dans l'intérieur de la vessie.

Les vaisseaux ombilicaux sont au nombre de quatre : 1° les deux artères ombilicales, se dirigeant en arrière, la droite beaucoup plus volumineuse que la gauche; 2° l'artère nourricière du parasite, placée à droite et se portant en avant; 3° la veine ombilicale, déviée un peu à gauche. Tous ces vaisseaux, avant d'arriver à leur destination, rampent dans les parois de la tumeur, entre le péritoine et les *fascia* de tissu conjonctif qui doublent celui-ci.

Le bout d'intestin qui s'échappe de la tumeur a environ 7 à 8 centimètres de longueur. Il offre une courbure convexe, libre, et une courbure concave attachée à la surface externe de la tumeur. L'ouverture béante qu'il présente laisse voir la membrane muqueuse, d'un rose jaunâtre, se continuant sur les bords de l'orifice avec la membrane séreuse. Les deux membranes, du reste, tranchent si bien l'une sur l'autre, par leurs caractères objectifs, qu'on croirait volontiers que l'intestin vient d'être coupé en travers d'un coup de ciseaux. La description de cette particularité intéressante sera complétée plus loin quand on fera l'étude anatomique de l'appareil digestif.

Squelette. — Les seules particularités qu'il présente siégent sur la colonne vertébrale et la cavité thoracique.

Comme il a déjà été dit, le rachis offre une incurvation assez prononcée dans la région dorsale, qui fait saillie en haut et à droite.

Quant au thorax, on lui trouve 12 côtes seulement du côté gauche et 14 du côté droit. A gauche, les 4e, 5e et 6e côtes, répondant à la concavité de la scoliose, sont soudées ensemble dans leur partie supérieure. A droite, les 5e et 6e n'ont qu'une seule tête commune aux deux os, tête à partir de laquelle les deux côtes s'écartent fortement l'une de l'autre, en laissant entre elles un intervalle triangulaire, qui répond au point d'insertion du parasite.

Toutes les autres parties du squelette sont normales.

Muscles. — Normaux, à l'exception de ceux des parois

abdominales. Ces muscles sont presque rudimentaires et fortement refoulés sur le côté par l'énorme ombilic qui occupe la plus grande partie de la région ventrale.

Appareil de l'innervation. — Cet appareil n'offre aucune anomalie essentielle, en dehors des dispositions spéciales commandées par les particularités du squelette et des muscles.

Appareils respiratoire et urinaire. Thymus. — Comme à l'état normal.

Appareil digestif. — Tous les organes qui le composent sont régulièrement conformés, à l'exception de l'intestin grêle. Celui-ci présente, à un mètre de sa terminaison, un appendice canaliculé, ayant tous les caractères apparents de l'intestin lui-même : même forme, même diamètre, même structure. Cet appendice, branché latéralement sur le tube intestinal, est en libre communication avec l'intérieur de ce dernier. Il a environ 70 à 80 centimètres de longueur. De l'intestin, l'appendice se rend à l'ombilic, en décrivant des circonvolutions spiroïdes, fixées les unes aux autres par un frein péritonéal, dépendance du mésentère. Arrivé à l'ombilic, le tube appendiculaire sort de la cavité abdominale, et se continue au dehors par le prolongement à ouverture béante décrit à la surface de la tumeur ombilicale. Un rétrécissement très-prononcé existe sur le tube au niveau du point où il traverse les parois de cette tumeur.

Il n'est pas rare de trouver un pareil appendice, même chez des sujets, bien conformés d'ailleurs, qui arrivent à l'âge adulte. Mais on ne l'avait peut-être jamais rencontré aussi développé, ni avec cette ouverture extérieure, largement béante. Cet appendice est le résultat évident d'un développement exagéré du col de la vésicule ombilicale.

Appareil circulatoire. — Le cœur paraît normal à l'extérieur. A l'intérieur, il existe une double communication entre ses deux cavités : entre les oreillettes, par le trou de Botal, qui est immense ; entre les deux ventricules par un orifice à peu près circulaire, de la largeur d'une pièce de 1 franc, orifice percé au sommet de la cloison interventriculaire.

Les troncs artériels, aorte et artère pulmonaire, s'échappent tous deux du ventricule droit. Le dernier vaisseau est étroit.

Appareil génital. — L'utérus est simple, c'est-à-dire qu'il n'a qu'une seule corne, la gauche. En revanche, l'organe de

Gaertner du côté droit se montre très-développé sur la surface externe de l'utérus et du vagin.

DESCRIPTION DU SUJET PARASITE.

Caractères extérieurs. — Le sujet parasite est un monstre péracéphale, paraissant exclusivement formé d'un train postérieur greffé sur le côté droit du sujet principal, près du rebord des fausses côtes, et ayant sa face ventrale tournée en dedans et en arrière vers la tumeur ombilicale de l'autosite.

La peau qui recouvre ces deux membres du parasite présente les mêmes caractères que chez ce dernier. Elle est aussi couverte de poils sur les extrémités. En arrivant près du sujet principal, elle se continue directement avec la sienne, et constitue le principal moyen d'union des deux animaux. On ne constate, en effet, sous la peau, aucune connexion osseuse entre les deux sujets.

Une ouverture génito-anale se montre à la surface de la peau au-dessus des ischions.

Deux petits tubercules mammaires existent, de chaque côté, dans le pli de l'aine; et un fourreau ou prépuce rudimentaire apparaît un peu plus avant, à peu près sur la ligne médiane.

Squelette. — Le sujet n'offre aucune trace de tête, de rachis, de côtes, de sternum, de membres thoraciques. On ne trouve dans son squelette que les pièces osseuses constituant les membres abdominaux.

Ces os sont, du reste, assez régulièrement conformés, sauf le coxal ; et tous sont arrivés au même degré de développement que ceux du sujet principal. Ils ont seulement des dimensions moindres; c'est ainsi que le tibia, chez ce dernier, mesure 11 centimètres, et 10 seulement dans le sujet parasite. De plus les articulations ne jouent pas librement les unes sur les autres : il y a adhérence des rayons contigus, qui sont tous maintenus par cette soudure dans un état moyen de flexion permanente. Ces os présentent, du reste, à peu près exactement la même conformation dans les deux membres; les rayons du côté droit sont cependant plus grêles, mais un peu plus longs que ceux du côté gauche.

Comme il vient d'être dit, le coxal est le seul os dont la conformation ne soit pas parfaitement régulière. Il ne s'éloigne

cependant pas beaucoup du type normal, car on y retrouve les trois pièces constituantes, ilium, pubis et ischium, disposées les unes par rapport aux autres comme dans les sujets bien conformés. Seulement l'ilium n'est pas complet; sa partie élargie manque tout à fait. Les deux os, droit et gauche, sont accolés l'un à l'autre par le bord interne du pubis; mais ils n'ont, je le répèterai, aucune connexion avec le squelette du sujet principal.

Parties molles du membre droit. — Deux faits intéressants sont révélés par l'examen des parties molles du membre droit : c'est l'état graisseux des muscles et l'absence totale des cordons nerveux. En dehors de ces deux particularités, rien d'anormal : les vaisseaux sanguins, les vaisseaux et ganglions lymphatiques se présentent comme chez les sujets bien conformés.

Ce qui frappe dans l'état des *muscles*, c'est que, malgré leur constitution graisseuse, ils offrent l'aspect fibroïde et fasciculé des muscles sains. Tous existent du reste, bien formés et parfaitement indépendants, quoiqu'ils adhèrent assez fortement les uns aux autres. Les muscles de la région fessière, malgré l'atrophie de l'ilium, sont même retrouvés. Quelques-uns, ceux de la face antérieure de la jambe, sont très-minces; mais il en existe d'autres, autour de la cuisse principalement, où l'atrophie n'est pas très-prononcée.

L'examen microscopique de ces muscles les montre entièrement formés de belles vésicules graisseuses remplissant les gaînes de tissu conjonctif. Ces gaînes existent toutes comme à l'état normal, et c'est à leur indépendance que les muscles doivent la conservation de leur disposition fasciculée.

On a fait un nombre considérable de préparations pour s'assurer s'il n'existait pas en quelques points des éléments musculaires normaux ou en voie de transformation graisseuse. Nulle part ces éléments musculaires n'ont été retrouvés; partout se sont montrées de belles vésicules adipeuses régulières et de volume sensiblement égal. La constitution graisseuse de ces muscles était donc absolue et présentait la plus grande uniformité.

Quant à l'*absence des nerfs*, on s'en est assuré par tous les moyens d'investigation les plus minutieux. Non-seulement on ne retrouva ni le crural antérieur, ni les sciatiques, ni aucune

de leurs branches, dans les interstices musculaires où ils rampent, ou le long des vaisseaux qu'ils accompagnent, mais l'examen microscopique du tissu conjonctif pris sur les gaînes musculaires ou vasculaires, à proximité du point qui aurait dû être occupé par les nerfs, ne permit pas de découvrir la moindre trace de tubes nerveux. En sorte que c'est là un cas d'absence totale de nerfs aussi sûrement constatée que possible.

Parties molles du membre gauche. — Les vaisseaux sanguins et lymphatiques sont ici encore à l'état normal.

Les muscles, un peu plus développés que ceux du membre droit, présentent, du reste, absolument la même constitution : même couleur jaune pâle ou jaune rougeâtre, même aspect fasciculé, même composition anatomique. L'état graisseux y est aussi général et aussi absolu que dans l'autre membre.

Mais, au milieu de ces muscles graisseux, on retrouve des *nerfs* présentant une disposition fort intéressante qui mérite d'être exposée avec quelques détails.

Le point de départ de ces nerfs est une petite masse rougeâtre, ovoïde, du volume d'un gros pois, située près de l'extrémité supérieure de l'ilium, en dedans d'une étroite lamelle fibreuse, vestige du *grand ligament sacro-sciatique.*

Cette petite masse, rudiment de moelle épinière, donne naissance à un faisceau nerveux étroit, long de 8 millimètres environ, se dirigeant en dehors. Véritable assemblage de racines spinales (et de racines sensitives, comme on le verra plus loin), ce faisceau gagne un orifice représentant la *grande échancrure sciatique*, orifice percé entre l'ilium et le bord inférieur ou externe de la lame fibreuse ci-dessus indiquée. Au niveau de cet orifice, il se perd dans une grosse masse ganglionnaire qui représente évidemment les ganglions spinaux des paires sacrées, fusionnées en un seul organe. C'est de cette masse ganglionnaire que s'échappent les nerfs retrouvés au milieu des muscles des membres.

On la voit d'abord se prolonger hors de l'échancrure sciatique, en arrière et en bas, pour former un gros tronc, le *nerf grand sciatique*, qu'on retrouve à sa place ordinaire, derrière le petit fessier et les jumeaux du bassin, et décrivant sa courbe à concavité inféro-antérieure pour descendre à la partie postérieure de la cuisse.

Ce tronc nerveux est d'un bon tiers au moins inférieur par

son volume au nerf d'un animal sain de même âge et de mêmes dimensions.

Voici sa distribution :

1° Immédiatement à son origine, c'est-à-dire tout près du ganglion, le nerf émet, en avant, une branche que ses rapports et sa disposition doivent faire considérer comme le représentant du *nerf crural antérieur*. Cette branche ne traverse pas l'échancrure sciatique; elle reste en dedans du coxal, croise le col de l'ilium et se place à la face interne du triceps crural. Mais elle ne fournit à ce muscle qu'un filet d'une extrême ténuité et se continue presque entièrement en formant le *saphène interne*. Ce dernier nerf se montre à peu près aussi épais qu'à l'état physiologique.

2° Au même niveau, mais en dehors du ligament sacro-sciatique et en arrière du tronc, se détachent un ensemble de ramuscules déliés, traces des divisions du *nerf petit sciatique*.

3° Plus bas, s'échappent les *nerfs* du *biceps*, du *demi-tendineux* et du *demi-membraneux*, nerfs relativement très-minces.

4° Au-dessous, naît le *saphène externe*, encore plus remarquable que le saphène interne par son gros volume.

5° Enfin le tronc se bifurque pour former les deux *poplités* : *poplité interne*, dont les branches musculaires sont des plus ténues; *poplité externe*, dans lequel il fut impossible de retrouver ces mêmes branches musculaires.

La structure de cet appareil nerveux est tout à fait physiologique.

Tous les tubes qui entrent dans la constitution du tronc, des nerfs et de leurs diverses branches sont normalement conformés et ne présentent pas la moindre trace d'altérations, quoiqu'il existe une quantité notable de vésicules adipeuses dans le tissu conjonctif qui forme les gaînes névrilemmatiques.

Les cellules du ganglion, qui sont également fort belles, se montrent très-granuleuses et fort peu pigmentées.

Dans le faisceau radiculaire qui aboutit à ce ganglion, les tubes nerveux sont aussi sains que dans le tronc lui-même.

Quant à la petite masse rougeâtre qui a été indiquée comme le vestige de la moelle épinière, elle se montre formée d'une assez grande quantité de tissu conjonctif, dans lequel on a pu distinguer quelques beaux tubes nerveux et, sur une des préparations, un seul élément cellulaire. Celui-ci, petit, fusiforme,

à prolongements courts et multiples appartient aux cellules dites sensitives. Sur aucun point, il n'a été possible de retrouver soit des cellules ganglionnaires, soit les grandes cellules multipolaires placées à l'origine des racines nerveuses motrices.

Viscères. — Rarement la monstruosité péracéphalique s'est montrée aussi complète au point de vue de la simplicité de l'organisation viscérale.

Non-seulement il n'existe sur le sujet composé des deux membres qui viennent d'être décrits, ni poumon, ni cœur, ni thymus, mais l'appareil digestif est totalement absent : l'orifice génito-anal trouvé à la surface de la peau se terminait en cul-de-sac.

L'animal n'est cependant pas absolument privé de viscères : entre le cercle cartilagineux des fausses côtes droites du sujet principal et les iliums du sujet parasite, se prolonge le péritoine de la cavité abdominale du premier. Il en résulte un diverticulum constituant une sorte de cavité abdominale pour le sujet parasite, cavité dans laquelle on trouve, sur la paroi supérieure formée par les coxaux du parasite :

1° Un énorme *rein*, dont les lobules sont tous transformés en kystes séreux, rein sans uretère apparent.

2° Un *testicule* rudimentaire avec un *épididyme* bien marqué.

Appareil vasculaire. — Le parasite recevait sa nourriture par l'artère nourricière qui a été signalée déjà parmi les éléments du cordon ombilical.

Ce vaisseau fournissait d'abord au rein une branche assez volumineuse, puis un fin rameau au testicule; il se bifurquait ensuite en arrivant sur les coxaux, pour former deux artères iliaques externes, ou plutôt deux artères fémorales, dont la distribution aux membres ne présentait aucune particularité digne d'être notée.

Deux veines iliaques accompagnaient ces deux artères, et formaient par leur réunion une veine cave inférieure, qui, après avoir reçu plusieurs ramuscules du rein, etc., se jetait dans la mammaire interne droite du sujet autosite.

Remarques sur le mouvement du sang dans les vaisseaux du sujet parasite. — Applications à la circulation des monstres unitaires omphalosites.

Comment s'effectuait le cours du sang dans les vaisseaux qui viennent d'être décrits chez cet animal parasite?

Et d'abord, il est nécessaire de compléter les détails d'organisation qui ont été donnés sur ces vaisseaux, en reconstruisant totalement la disposition anatomique du tronc souche des canaux artériels.

Ce tronc se montrait coupé en travers à la surface de la tumeur ombilicale. On n'a pu ainsi directement en constater l'origine par la dissection ; mais cette origine n'est pas difficile à déterminer. Il n'est pas douteux, en effet, que cette artère nourricière de l'animal parasite naissait du cordon ombilical du sujet autosite ; et l'inégalité de volume présentée par les deux artères ombilicales permet d'affirmer, d'une manière presque certaine, que c'était la *droite* qui donnait naissance à cette artère nourricière du sujet parasite.

Au point de vue de la fonction circulatoire, cet animal était donc sous la dépendance absolue du sujet principal. Le parasite avait ses vaisseaux à lui, mais ses vaisseaux se branchaient sur ceux de l'*autosite*, et le sang s'y mouvait sous l'impulsion du cœur de ce dernier. C'était cet organe qui envoyait au parasite les matériaux de sa nutrition et de son accroissement. Le sang, véhicule de ces matériaux, passait de l'artère ombilicale droite dans l'artère nourricière du sujet accessoire, était transporté par les divisions de celle-ci dans la trame des tissus, où il traversait les capillaires, pour revenir, par la veine cave rudimentaire, dans la veine mammaire interne et de là au cœur du sujet principal. C'est ainsi que, par la disposition de son appareil circulatoire, le parasite n'était, en quelque sorte, qu'un organe du fœtus autosite.

D'autres communications vasculaires existaient évidemment entre les animaux. A leur point de contact, dans l'épaisseur des téguments et des *fascia* sous-cutanés qui unissaient les deux êtres, les anastomoses capillaires établissaient entre eux d'autres relations vasculaires. Mais ces relations, les seules qui eussent persisté après la naissance, si l'animal était venu à

terme et vivant, les seules qui existent, même pendant la vie intra-utérine, dans la plupart des autres genres de monstres doubles parasitaires, ces relations n'avaient pas exercé d'influence sensible sur la distribution du sang aux organes du parasite et sur la nutrition ou le développement de ces organes.

Que si maintenant l'on suppose ce parasite acéphale indépendant de l'animal autosite, mais vivant en même temps que lui dans le sein de la mère, on aura les conditions de l'Acéphalie simple omphalositaire, au lieu de l'Acéphalie parasitaire. Quel sera alors le mécanisme du mouvement circulatoire dans cet animal rudimentaire rendu libre de toute adhérence directe avec le corps de son frère ?

Chose étonnante, cette question a été à peine touchée par les auteurs qui se sont occupé de tératologie. J'en juge ainsi, du moins, par la connaissance que j'ai prise des traités de Gurtl et de Is. Geoffroy Saint-Hilaire, et de quelques mémoires particuliers sur l'anatomie de différents monstres acéphales ou anidiens, mémoires au nombre desquels je citerai particulièrement celui que M. H. Jacquart a communiqué, en 1859, à la Société de Biologie. Aussi peut-on dire que le mécanisme de la circulation des monstres *unitaires* omphalosites n'est pas encore établi dans la science.

Il existe cependant une idée dominante, qui s'affirme tantôt vaguement, tantôt explicitement, sur cette circulation. C'est que les Omphalosites puisent directement chez la mère, par leurs vaisseaux ombilicaux les matériaux de leur nutrition et de leur accroissement : vaisseaux dans lesquels la circulation s'exécuterait de la mère au petit sujet et du petit sujet à la mère, par un mécanisme indéterminé ou mal déterminé par les auteurs (1). Or, c'est là manifestement une erreur.

Non, les fœtus *omphalosites* ne puisent pas directement dans le placenta les éléments de leur nutrition; ils vivent aux

(1) Voir Is. Geoffroy Saint-Hilaire (*Histoire générale et particulière des anomalies*, t. II, page 184; — définition des *monstres unitaires omphalosites*) « vivant « seulement d'une vie imparfaite et pour ainsi dire *passive*, qui n'est entretenue « que *par la communication avec la mère*, et cesse dès que le cordon est « rompu. »

H. Jacquard (*Anatomie comparée appliquée à la tératologie, etc.*, dans *Mémoires de la Société de Biologie*, 1859, page 238). « Il est évident que la veine ombilicale, « continue avec le système veineux normal du thorax, de l'abdomen, des membres, « fait fonction d'artère et va porter dans toutes les parties le sang du placenta. »

dépens de leur jumeau, auquel ils empruntent la force impulsive nécessaire au mouvement du sang dans leurs artères et dans leurs veines, vaisseaux qui ne sont que des ramifications de l'appareil vasculaire du sujet principal.

La cause qui, jusqu'à présent, s'est opposée à la constatation des véritables caractères de la circulation des Omphalosites gît dans les circonstances de la naissance de ces monstres. Expulsés successivement de la matrice, les deux jumeaux, par suite de la rupture spontanée ou de la section du cordon, ne se présentent plus avec leurs connexions vasculaires et peuvent paraître tout à fait indépendants l'un de l'autre. Mais de même qu'il a été possible, dans notre sujet, de rattacher l'artère nourricière du parasite à l'artère ombilicale droite de l'animal complet, on peut, par analogie, rattacher les vaisseaux nourriciers des monstres acéphales ou anidiens aux vaisseaux ombilicaux du sujet bien conformé qui accompagne ces monstres dans la matrice.

Des deux artères envoyées par l'être parfait, hors de sa cavité abdominale, à son organe placentaire, l'une d'elles, se bifurquant, envoie au jumeau privé de cœur son artère nourricière ; et le sang, poussé ainsi dans cette artère par un cœur d'emprunt, après avoir traversé le réseau capillaire du monstre revient par la veine satellite de l'artère nourricière, dans la veine ombilicale du sujet parfait, et de là au cœur.

C'est ainsi, croyons-nous, que la circulation s'accomplit chez tous les monstres unitaires privés de cœur, monstres qui ne s'observent jamais que dans les cas de grossesses gémellaires, avec un jumeau bien conformé, dont le cœur sert à la fois aux deux animaux.

D'après cette manière de comprendre la circulation des monstres omphalosites, ceux-ci je le répéterai, ne vivent pas par leur « communication avec la mère, » comme le pense Is. Geoffroy Saint-Hilaire, mais bien par leur *communication avec le jumeau bien conformé* qui s'est développé en même temps qu'eux. La vie nutritive du monstre, aussi parfaite que celle de l'autre animal, en est absolument solidaire. La cause immédiate de la mort survenant après l'obstruction des vaisseaux nourriciers ne serait pas la privation des communications avec la mère, mais la privation des communications avec l'animal parfait. Le monstre mourrait alors par le même

mécanisme qu'un des membres de ce dernier où la circulation aurait été totalement interrompue. Supposons que le cordon ombilical du jumeau physiologique fut oblitéré, entre l'ombilic et le point d'émergence des vaisseaux nourriciers du monstre, les communications vasculaires de ce dernier avec le placenta seraient intégralement respectées, la vie de ce monstre serait néanmoins impossible parce que les vaisseaux ne sont pas conformés pour un échange direct de sang entre le placenta et le petit sujet, parce qu'il faut absolument un cœur pour faire circuler le sang dans ces vaisseaux nourriciers du monstre omphalosite, et que ce cœur ne peut être que celui du jumeau bien constitué.

Cette nécessité de l'intervention d'un cœur dans l'acte de la circulation du sang des êtres omphalosites est encore indiquée, du reste, par l'étude comparée des parois de leur artère et de leur veine nourricières. J'ai eu l'occasion d'étudier plusieurs omphalosites, entre autres un monstre anidien très-remarquable (1); l'artère du cordon s'est toujours montrée avec des parois beaucoup plus épaisses que celles de la veine : disposition anatomique indiquant que le sang circule dans les artères de l'omphalosite, comme dans celles du jumeau autosite, sous une pression beaucoup plus forte que dans les veines ; et cet excès de pression ne peut être entretenu que par le jeu d'une pompe foulante, poussant incessamment le sang dans les artères, au fur et à mesure que ce fluide s'écoule dans les veines. Du reste, la supériorité de la pression artérielle est ici, de même que dans l'état physiologique, la condition *sine quâ non* du mouvement du sang. Cet excès de pression doit même être assez considérable, le système capillaire des masses fœtales acéphales ou anidiennes formant, comme celui des animaux à l'état normal, une barrière qui ne se laisse pas aisé-

(1) Ce monstre m'avait été envoyé par un condisciple et ami, M. Combe, d'Orbe, vétérinaire très-distingué, membre du conseil de santé du canton de Vaud.

L'animal provenait d'une génisse primipare et avait été expulsé, selon la règle ordinaire, après le jumeau bien conformé. La masse ovoïde qu'il constituait, longue de 25 centimètres environ, était couverte d'une peau poilue parfaitement organisée.

L'extrémité opposée à l'insertion du cordon était occupée tout entière par un kyste séreux. L'autre extrémité s'est montrée formée d'une masse de tissu fibro-graisseux, au centre de laquelle on trouva un os ayant l'aspect d'un rocher parfaitement conformé.

ment franchir, fait très-facilement démontré par les injections.

En résumé, *le développement et la nutrition des monstres acéphales et anidiens (Omphalosites), ne dépendent pas directement de la communication avec la mère, mais de la communication avec le frère jumeau de ces monstres (Autosite), frère jumeau dont le cœur lance le sang dans les artères de l'omphalosite absolument comme si celui-ci n'était qu'une partie détachée de l'animal autosite.*

Remarques sur le rôle du système nerveux dans le développement l'accroissement et la nutrition de la plupart des tissus.

Ce monstre nous a fourni l'occasion d'étudier un membre dans lequel il n'existait ni appareil nerveux moteur, ni appareil nerveux sensitif, ni appareil nerveux vaso-moteur; et cependant les systèmes osseux, tégumentaire, épidermique, vasculaire, etc., tous les organes en un mot, à l'exception des muscles, se présentaient avec les mêmes caractères que chez les sujets bien conformés. Le développement de ces organes, leur accroissement, leur nutrition sont donc indépendants, en principe, de l'action nerveuse. C'est une preuve de plus à ajouter à tant d'autres qui démontrent cette proposition.

Remarques sur la subordination des muscles, des nerfs et des cellules nerveuses, au point de vue du développement et de la nutrition.

C'est là le point sur lequel je désire appeler plus spécialement l'attention. Les particularités anatomiques observées dans les membres de notre parasite fournissent, en effet, d'excellents documents à l'histoire de la physiologie du développement et de la nutrition des nerfs et des muscles. Plusieurs propositions importantes ressortent de la discussion de ces documents. Elles vont être successivement formulées et démontrées.

A. — *Le développement morphologique des nerfs et de leurs fibres constituantes est subordonné à la présence des éléments cellulaires qui, chez les animaux adultes, jouent, à l'égard des tubes nerveux, le rôle d'organes trophiques.* — L'une des particularités anatomiques dont l'interprétation doit servir à établir cette proposition n'a besoin que d'être rappelée ici, c'est l'absence totale des organes nerveux dans le membre droit du parasite. Mais la seconde, relative à l'état des nerfs du membre

gauche, exige une discussion préalable, pour la détermination de la nature de ces nerfs.

Le tronc du sciatique trouvé dans le membre gauche était-il un nerf mixte, ou un nerf purement moteur, ou un nerf purement sensitif? Question capitale dont la solution, heureusement facile, est fournie par un ensemble de faits concordants, que leur netteté et leur précision rendent certainement uniques dans la science.

Ce tronc sciatique et toutes ses branches contenaient exclusivement des fibres sensitives. Voici les faits qui le prouvent :

1° Il n'existait qu'un seul faisceau de racines, et ce faisceau se fusionnait entièrement avec la masse ganglionnaire placée à l'origine du tronc, masse représentant les ganglions spinaux des nerfs sacrés. Ce faisceau se comportait donc comme les racines sensitives ou postérieures des animaux à l'état physiologique.

2° Aucun filet nerveux indépendant du ganglion ne fût trouvé, soit à la face inférieure de celui-ci, soit sur le tronc nerveux lui-même (1).

3° Les nerfs musculaires étaient tellement minces que, sur plusieurs points, il n'a pas été possible de les apercevoir.

4° Les nerfs cutanés, au contraire, se présentaient avec les dimensions et la structure de l'état physiologique; ils contrastaient, par leur volume relativement énorme, avec l'exiguïté exceptionnelle ou l'absence des nerfs musculaires.

Que conclure de ces faits, sinon que tous les éléments du nerf étaient des tubes sensitifs qui, partant de la moelle épinière rudimentaire de l'animal, se jetaient d'abord dans le ganglion et allaient se distribuer en presque totalité aux téguments, les muscles ne recevant qu'une quantité extrêmement minime de ces filets sensitifs? Entre cette interprétation des faits et les faits eux-mêmes, il ne se place aucun intermédaire capable de faire hésiter sur la signification générale qui leur est attribuée, et il reste ainsi démontré que le membre gauche du parasite

(1) Ce fait et le précédent ne constitueraient pas à eux seuls une preuve péremptoire, car il y a des nerfs mixtes dans lesquels les deux ordres de fibres ne se distinguent pas et semblent confondues au niveau du ganglion, témoin le glosso-pharyngien et le nerf vague, ce dernier surtout. (Voir mon *Mémoire sur le pneumogastrique* dans le volume précédent du journal.)

n'avait pas de nerfs moteurs, tout en possédant des nerfs sensitifs parfaitement conformés.

Une autre question préjudicielle intervient maintenant.

Y avait-il, chez notre monstre, absence congéniale des nerfs moteurs dans le membre gauche, des nerfs moteurs et sensitifs dans le membre droit? Ou bien l'absence de ces nerfs ne résultait-elle pas d'une atrophie extrême d'éléments primitivement développés à l'état normal?

Cette dernière opinion serait contraire à tout ce que l'on sait sur les caractères de l'atrophie des nerfs. Quelle que soit la cause qui détermine cette atrophie, *jamais* le nerf ne s'efface complétement, alors même que les tubes nerveux ont disparu, ou, pour parler plus exactement, paraissent avoir disparu; le cordon conserve, non pas tout son volume, mais la plus grande partie de son épaisseur; il garde sa forme et son indépendance; on ne le voit point se confondre avec les gaînes de tissu conjonctif qui l'entourent. Si les nerfs absents chez notre sujet avaient existé à un moment donné, on en aurait certainement retrouvé les traces; à moins qu'on n'admette que l'atrophie a commencé dans les premiers temps de la vie embryonnaire alors que les nerfs, commençant à peine à se développer, ne formaient que des organes élémentaires presque invisibles; et, dans ce cas, l'atrophie présumée équivaudrait à l'absence congéniale, et aurait la même portée, au point de vue de la thèse que cette discussion a pour but d'établir, comme la chose sera prouvée plus loin à propos des muscles.

Vient enfin la question principale : De quelle cause dépendait cette absence congéniale des nerfs? Pourquoi n'y avait-il dans le membre droit ni nerfs sensitifs, ni nerfs moteurs? Pourquoi ces derniers manquaient-ils dans le membre gauche? Ces questions sont connexes avec cette autre : Pourquoi, dans celui-ci, les nerfs sensitifs existaient-ils avec leur conformation et leur structure physiologiques?

Un fait frappe immédiatement dans ces intéressantes particularités présentées par le système nerveux de notre animal parasite, c'est que les tubes nerveux qui se sont développés sont précisément ceux qui étaient pourvus des éléments cellulaires chargés de jouer à leur égard le rôle d'organes trophiques, et que là où ne se rencontraient point de tubes nerveux, ces éléments cellulaires manquaient d'une manière aussi absolue.

Ainsi, dans le membre droit, où nerfs sensitifs et nerfs moteurs étaient absents à la fois, il n'existait ni ganglion spinal, ni moelle épinière, — ni les cellules ganglionnaires, organes trophiques des nerfs sensitifs, ni les grandes cellules médullaires, organes trophiques des nerfs moteurs. — Du côté gauche, dans le vestige de moelle épinière trouvé à l'origine des nerfs, on ne pût constater l'existence d'une seule grande cellule multipolaire, et aucun des tubes nerveux moteurs ne s'était développé de ce côté. Les cellules du ganglion spinal, au contraire, se montraient belles et nombreuses dans l'épaisseur de l'organe; aussi les tubes sensitifs existaient-ils partout, avec leurs caractères physiologiques, dans les branches et le tronc du nerf, comme dans le faisceau radiculaire qui reliait celui-ci à la moelle épinière rudimentaire.

Nerfs et ganglions trophiques se sont donc montrés ici, au point de vue du développement, en intime connexion. Les conditions dans lesquelles cette connexion s'est manifestée ne permettent pas de croire à une coïncidence fortuite. C'est un fait que toutes les circonstances qui y sont afférentes, rapprochées des faits de Waller, élèvent à la hauteur d'une loi physiologique. Les faits de Waller montrent que les tubes nerveux *développés* ne conservent leur structure physiologique qu'autant qu'ils restent en communication avec la moelle épinière quand ils sont moteurs, avec le ganglion spinal quand ils sont sensitifs. Le nôtre prouve que les nerfs sensitifs ou moteurs ne se *développent* pas lorsque leurs éléments cellulaires respectifs ne se développent pas simultanément; et il prouve que cette absence de développement porte aussi bien sur la forme extérieure générale du nerf que sur la forme de leurs éléments constitutifs.

Ainsi, le développement morphologique des nerfs et de leurs fibres constituantes est subordonné au développement des centres trophiques placés à l'origine de ces nerfs (1).

(1) Je désire qu'on ne perde pas de vue le procédé que j'ai employé dans cette discussion pour établir la présente proposition. L'absence ou la présence simultanée des tubes nerveux et de leurs éléments cellulaires indiquent ou une dépendance réciproque, ou la dépendance des uns par rapport aux autres. Mais aucun fait n'établit directement la nature de cette dépendance. Ce n'est que par le rapprochement avec les faits de Waller que je conclus à la subordination des tubes aux cellules.

Cette proposition, je le sais, est passible de plusieurs objections.

Elle est en désaccord avec quelques descriptions de monstres péracéphales, dans lesquels on aurait trouvé des nerfs ne présentant à leur origine ni ganglions spinaux, ni vestige de moelle épinière. Mais ces faits, recueillis du reste à une époque où le microscope n'était pas accepté comme instrument de dissection, sont trop vaguement et trop incomplétement décrits pour qu'on puisse en tenir compte.

Une autre objection pourrait être tirée des faits si précisément étudiés par Philipeaux et Vulpian, dans leurs expériences sur la régénération des nerfs complétement et définitivement séparés de leurs centres nutritifs. Faisons remarquer qu'il ne s'agit pas, dans le cas de ces deux habiles physiologistes, de nerfs se créant de toutes pièces en dehors de l'action des centres trophiques; mais de nerfs existants, dont les tubes recouvrent une composition et des propriétés perdues, ce qui est bien différent.

B. — *Le développement morphologique des muscles est indépendant de toute influence nerveuse.* — C'est une proposition qui découle naturellement des détails anatomiques donnés dans la description des parties molles du membre droit. Les muscles, en effet, existaient dans ce membre avec leurs limites, leur indépendance, leur division en faisceaux et fascicules, en un mot, avec leur forme extérieure; et ce développement morphologique s'était accompli en dehors de toute influence nerveuse, puisque ce membre ne renfermait pas trace de nerfs.

C. — *Le développement morphologique de la fibre musculaire dépend absolument et exclusivement des nerfs moteurs.* — Si les muscles de notre animal parasite s'étaient développés avec leur forme extérieure générale, la forme de leurs éléments anatomiques fondamentaux était loin de présenter la même intégrité. Plus de fibres musculaires, en effet; à la place, des éléments graisseux, sous forme de belles vésicules remplissant les gaines de tissu conjonctif. Et ce développement des muscles en graisse s'était tout aussi bien opéré à droite, où manquaient les nerfs de toutes sortes, qu'à gauche, où les nerfs sensitifs existaient parfaitement constitués : disposition qui va nous permettre de déterminer la cause immédiate de ce développement graisseux.

Mais d'abord y avait-il eu là développement graisseux direct des muscles, comme je le crois et comme je viens de l'exprimer, ou bien dégénéressence graisseuse d'éléments musculaires primitivement développés avec leurs caractères physiologiques? J'ai hâte de dire que, si je pose ici cette question, c'est seulement pour ne pas laisser la plus légère incertitude sur les conclusions qui vont clore cette discussion. En effet, à supposer que les muscles se soient primitivement développés avec leurs éléments normaux, la transformation graisseuse, conséquence forcée de l'absence des nerfs, remonterait, comme celle-ci, aux premiers temps de la formation embryonnaire, et se serait trouvée accomplie à une époque où le volume des muscles aurait été extrêmement minime. Or, pour atteindre celui auquel ils étaient arrivés, il y aurait eu développement graisseux direct du plus grand nombre de leurs éléments constitutifs. Ce qui nous ramène à peu près aux conditions du développement en graisse direct de tous ces éléments. Que si l'on cherche à soutenir la dégénérescence graisseuse successive et progressive des nouveaux éléments des muscles au fur et à mesure de leur formation, nous répondrons qu'il eût été facile en ce cas de rencontrer des faisceaux musculaires en voie de régression, tandis que, dans les recherches extrêmement multipliées pratiquées sur un nombre considérable de préparations faites de toutes manières, il a été impossible de voir autre chose que des vésicules graisseuses. Il doit donc rester bien entendu que les éléments musculaires du parasite s'étaient, en totalité ou en presque totalité, directement développés avec la forme et la composition chimique des éléments graisseux.

Cette remarquable déviation morphologique était évidemment placée sous la dépendance des anomalies nerveuses concomittantes; et son existence dans le membre privé seulement de nerfs moteurs démontre péremptoirement qu'au point de vue de leur développement, les fibres musculaires sont entièrement et exclusivement subordonnées aux nerfs moteurs.

C'est là encore une proposition tout à fait concordante avec les faits connus relatifs à l'influence qu'exercent les nerfs sur la nutrition de la fibre musculaire. De même que cette fibre musculaire développée se *transforme* en graisse quand les tubes nerveux moteurs qui l'animent ont perdu leurs propriétés physiologiques, de même elle se *développe* directement

en tissu graisseux dans le cas d'absence congénitale de ces tubes.

Cette dépendance de la fibre musculaire, par rapport aux nerfs moteurs, se montre ici absolue et aussi exclusive que possible. Rien ne peut faire soupçonner qu'elle s'étende pour la plus minime part aux autres nerfs (appareil sensitif, appareil vaso-moteur) : remarque qu'il n'était pas inutile de faire, en présence des résultats obtenus par Longet et d'autres expérimentateurs par la section des nerfs mixtes, pratiquée comparativement avec la section des nerfs exclusivement moteurs. Si la première semble déterminer plus rapidement la dégénérescence graisseuse des muscles, ce résultat ne saurait en rien s'appliquer au développement direct des muscles en graisse, causé par l'absence congéniale des nerfs mixtes.

Point de cellules motrices dans la moelle épinière, point de nerfs moteurs, — point de nerfs moteurs, point de fibres musculaires, telle est, en résumé, la formule des conséquences que l'on peut déduire des faits qui viennent d'être exposés.

La loi ainsi formulée ne pourrait être contredite que par un seul ordre de faits, et ces faits sont fournis par une autre monstruosité : l'Anencéphalie. Chez les fœtus anencéphales, non-seulement les nerfs moteurs et les muscles se montrent parfaitement développés, mais ces monstres remuent dans le ventre de leur mère; et il s'en est trouvé qui, ayant vécu plusieurs jours après la naissance, ont exécuté tous les mouvements des nouveaux-nés bien conformés. Or, ces animaux sont dépourvus d'axe encéphalo-rachidien, et les racines de leurs nerfs spinaux sont retrouvées, tantôt adhérentes aux enveloppes, tantôt flottantes dans la cavité méningienne. Se développerait-il donc, chez ces monstres, des fibres musculaires et des nerfs moteurs en l'absence des cellules médullaires motrices? Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que le microscope eût démontré l'absence de ces cellules à l'extrémité originelle des nerfs moteurs, dans les premiers temps de la vie embryonnaire. A supposer, en effet, que ces cellules n'existent plus chez les individus arrivés à terme, ou presque à terme, n'est-on pas autorisé, par l'histoire tout entière de l'Anencéphalie, à dire qu'elles ont existé au moment du développement des nerfs, et qu'elles ont exercé sur celui-ci l'influence décisive signalée dans ce travail? Ce développement une fois terminé,

la disparition de ces éléments cellulaires, quel qu'en soit le mode, n'aurait pas exercé, sur la nutrition des muscles et des nerfs, d'autre action que celle qui est déterminée par la section transversale des cordons nerveux chez les jeunes animaux; c'est-à-dire que ce cas rentre dans ceux de Philipeaux et Vulpian : au début de l'isolement du nerf, altération caractéristique de celui-ci et des muscles qu'il anime, puis récupération consécutive des propriétés primitives du tissu musculaire et du tissu nerveux.

Enfin, ajouterons-nous, cette absence absolue des cellules médullaires chez les fœtus anencéphales nés à peu près à terme, n'est rien moins que démontrée. Il est au moins prouvé que ces cellules ont existé chez les individus qui ont vécu après leur naissance, les mouvements d'ensemble (respiration, succion), exécutés par ces individus, n'étant pas compatibles avec l'absence totale des éléments cellulaires de la moelle épinière. Que ces cellules soient dispersées dans le liquide renfermé à l'intérieur du tube méningien, ce qui ne répugne pas à l'esprit si l'on admet, avec E. Geoffroy-Saint-Hilaire, que ce liquide représente le système nerveux central arrêté à sa première période du développement; qu'elles soient étalées à la surface interne des membranes méningiennes ou reportées hors de la cavité formée par ces membranes, dans l'épaisseur des ganglions nerveux spinaux ou sympathiques, il n'en est pas moins vrai qu'il faut que ces cellules existent quelque part et qu'elles soient en connexion avec les tubes nerveux, pour que ces grands mouvements réflexes coordonnés soient possibles.

Brown-Séquard a bien démontré que la faculté réflexe de la moelle épinière s'exerce encore dans des cas où l'organe a subi des délabrements considérables, mais non quand ces délabrements vont jusqu'à la destruction absolue, soit des éléments de la moelle, soit des connexions des racines nerveuses avec ces éléments.

Mais je ne veux pas m'étendre davantage sur ce point : je sens, en le discutant, que je ne suis pas sur un terrain solide, et j'ai hâte de m'en dégager. L'anatomie pathologique de l'Anencéphalie, en effet, n'a pas encore fourni à la physiologie des éléments assez précis pour la solution des questions ici débattues. Brown-Séquard a signalé les *desiderata* de cette étude au début de l'appendice qui termine son livre intitulé :

Course of Lectures on the Physiology and Pathology of the Central Nervous System (Voir page 221). Je renvoie à cet important ouvrage et au très-clair chapitre qu'Ollivier, d'Angers, dans son *Traité des maladies de la moelle épinière*, a consacré à l'Anencéphalie, les personnes qui voudraient s'édifier plus complétement sur ce point.

CONCLUSIONS.

1. En résumé, le monstre double hétéradelphe dont l'histoire détaillée vient d'être faite présentait, dans son individu parasite, un bel exemple de péracéphale fixé au côté droit du sujet autosite, près du rebord des fausses côtes.

2. Ce parasite, formé presque exclusivement de deux membres postérieurs assez régulièrement conformés, n'avait, avec l'autosite sur lequel il était greffé, aucune connexion osseuse, musculaire ou nerveuse. Il ne tenait à celui-ci que par le tégument externe.

3. Le sang était distribué à ce monstre par une artère nourricière spéciale, branchée sur le cordon ombilical du sujet autosite, et se détachant de l'artère ombilicale droite. La veine cave, satellite de cette aorte rudimentaire s'abouchait avec la veine mammaire interne droite de l'animal complet, au niveau du point d'insertion du parasite.

4. La circulation, dans ce dernier, était donc sous la dépendance du cœur de l'autosite, dont le parasite représentait, au point de vue de l'appareil circulatoire, en quelque sorte un des organes, se nourrissant comme les organes propres du sujet parfait, aux dépens du sang de cet animal.

5. Si ce monstre péracéphale, au lieu d'être greffé sur son frère jumeau, avait été libre avec lui dans le sein de la mère, les conditions de son existence n'eussent point été changées. Seulement, au lieu d'un péracéphale *parasite* (greffé sur le *corps* du jumeau bien conformé), il eût constitué un péracéphale *omphalosite* (greffé sur le cordon ombilical du jumeau bien conformé). Mais la circulation eût continué à s'effectuer de la même manière dans l'animal. D'où l'on peut avancer, comme corollaire obligé, que le développement et la nutrition des monstres omphalosites ne dépendent pas *directement* de la communication avec la mère, comme on le croit généralement,

mais de la communication avec le frère jumeau, dont le cœur lance le sang dans les artères de l'omphalosite, absolument comme si celui-ci n'était qu'une partie détachée de l'animal autosite.

6. La peau, les vaisseaux, les ganglions lymphatiques, les os étaient aussi bien développés qu'à l'état normal dans les deux membres qui formaient le parasite.

7. Tous les muscles existaient indépendants les uns des autres, avec leur forme générale, leur disposition fasciculée, leurs rapports, plusieurs même avec leur volume normal. Mais ils étaient constitués entièrement par de belles vésicules graisseuses accumulées dans les gaînes de tissu conjonctif qui divisaient la masse de chaque muscle en faisceaux et fascicules.

8. Cet état graisseux des muscles coïncidait, dans le membre droit, avec l'absence absolue de toute espèce de nerfs; dans le membre gauche, avec l'absence non moins absolue mais exclusive des nerfs moteurs.

9. L'absence totale des nerfs dans le membre droit coïncidait avec l'absence de la moelle épinière et des ganglions spinaux.

10. Du côté gauche, les nerfs cutanés étaient développés comme à l'état normal, avec leur structure physiologique; et l'existence de ces nerfs coïncidait avec l'existence d'un gros ganglion spinal situé à l'origine du tronc sciatique qui les fournissait. Ce ganglion composé d'éléments cellulaires normaux, était relié par un faisceau de racines sensitives à une petite masse rougeâtre qui fut considérée comme un vestige de moelle épinière.

11. Il n'existait, dans cette moelle rudimentaire spéciale au côté gauche, aucune trace de grosses cellules motrices; et cette absence coïncidait avec celle des racines motrices et des nerfs musculaires proprement dits.

12. Rapprochés des faits connus relativement aux lésions musculaires et nerveuses consécutives à l'isolement des nerfs de leurs centres trophiques, les faits des six derniers paragraphes autorisent à formuler les lois suivantes sur le rôle du système nerveux dans les formations embryonnaires :

13. — 1° Le développement régulier des systèmes tégumentaire, vasculaire, lymphatique, osseux, comme leur accroisse-

ment et leur nutrition, est, en principe, indépendant de l'action nerveuse.

14. — 2° Le développement morphologique des *muscles* (naissance de la masse musculaire avec sa forme générale, abstraction faite de sa structure) est aussi indépendant de toute action nerveuse.

15. — 3° Le développement morphologique de la *fibre musculaire* (naissance de l'élément anatomique musculaire avec sa forme spéciale) dépend absolument et exclusivement des nerfs moteurs.

16. — 4° Le développement morphologique des nerfs (forme générale des cordons nerveux) et celui de leurs fibres constituantes (forme particulière de l'élément anatomique des nerfs) sont subordonnés à la présence des éléments cellulaires qui, chez les animaux adultes, jouent à l'égard des tubes nerveux le rôle d'organes trophiques.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DE L'ANILINE

PAR MM.

Auguste OLLIVIER et Georges BERGERON

L'aniline est un alcaloïde organique artificiel. A. W. Hoffmann faisant connaître, il y aura bientôt dix ans, la coloration violacée fugace de l'aniline en présence du chlore et des hypochlorites alcalins, ouvrit à l'industrie de la teinture et des impressions sur étoffes, une voie toute nouvelle, et ses recherches devinrent le point de départ d'une immense industrie aux progrès de laquelle nous assistons chaque jour.

La fuchsine, les violets et les verts d'aniline, la chrysaniline ont remplacé presque toutes les autres couleurs, la cochenille, le carthame, surtout dans la teinture des soies.

On a signalé déjà en Angleterre quelques cas d'empoisonnements survenus dans les fabriques de Glasgow (1) — Gmelin, Gherardt et Turnbull (2) Letheby (3) ont fait des expériences sur les animaux avec des sels d'aniline. On a même tenté à plusieurs reprises, mais avec un succès douteux, l'emploi du sulfate d'aniline dans le traitement de la chorée ; à ces quelques exceptions près, tous ceux qui ont écrit sur l'aniline et qui ont fait de ce corps et de ses dérivés une étude approfondie, ont eu exclusivement en vue la production industrielle des matières colorantes si nombreuses et si variées que l'aniline peut fournir.

Il en résulte que l'étude chimique de l'aniline et de ses dérivés a été trop négligée et les quelques recherches qui ont été sérieusement entreprises à ce sujet, datent à peine de quelques mois. Si comme il arrive dans le plus grand nombre des cas, nous expérimentions sur une substance connue et dont la formule fut bien étudiée, nous pourrions renvoyer aux traités de chimie spéciaux et donner immédiatement le récit de nos expériences ; mais, comme il n'en est point ainsi, nous entrerons dans quelques détails, non point sur l'aniline en général, mais sur celle dont nous nous sommes servis.

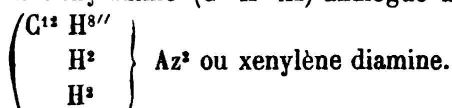
Tous ceux qui se sont occupés des anilines, savent que dans la pratique, il y a presque autant d'espèces d'anilines que de fabricants : il est donc nécessaire de dire quelle est l'espèce que nous avons employée.

L'aniline dont nous nous sommes servis, nous a été fournie par MM. Laurent et Casthelaz, — elle est obtenue par l'action directe de l'hydrogène à l'état naissant sur la nitrobenzine.

L'aniline ($C^6 H^7 Az$) avait été regardée jusqu'ici comme identique à la phenylamine $\left.\begin{matrix} C^6 H^5 \\ H^2 \end{matrix}\right\} N$ — mais les recherches toutes récentes de Scheurer-Kestner (4) démontrent évidemment que l'aniline commerciale n'est pas toujours de la phenylamine. Avant lui, Greiss (5) avait reconnu que le chlorure

(1) *Chemical News*, feb. 1862.
(2) *Chem. News*, 30 nov. 1860, p. 286. — *Bulletin de thérapeutique*, t. LXII, p. 97.
(3) *Chem. News*, feb. 1862, p. 71.
(4) *Répertoire de chimie appliquee*, juillet 1863.
(5) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXI, p. 58.

correspondant à l'acide phénique, lorsqu'on le traite par l'ammoniaque, donne un produit différent de celui de l'aniline. Parmi les produits accessoires qui résultent de la fabrication industrielle de l'aniline commerciale, nous mentionnerons, d'après de récents travaux d'Hoffmann (1) la paraniline ($C^{12} H^{14} Az^{2}$) la xenylamine ($C^{11} H'' Az$) analogue à la benzidine de Zinin



Ce sont du reste des rapports comparables à ceux qui existent entre l'ethylamine et l'ethylène diamine — la phenylamine (aniline?) et la phenylène diamine.

Ces résultats sont les seuls faits positifs acquis à l'histoire de l'aniline, au point de vue chimique.

Quand à l'aniline commerciale (2) elle renferme une base, encore indéterminée, autre que l'aniline normale et dont la coopération est indispensable à la production de la fuchsine. Car l'aniline produite soit par la distillation d'un mélange d'indigo et de potasse, soit au moyen de la benzine obtenue à l'état de pureté presque absolue, soit qu'on l'extraie directement du goudron de houille, soit qu'on la prépare en distillant l'acide benzoïque sur de la chaux, cette aniline qui bout à 182°, ne donne pas de fuchsine ni par le nitrate mercurique, ni par le chlorure stannique, ni par l'acide arsénique.

En présence des incertitudes qui règnent encore aujourd'hui sur les diverses espèces d'aniline commerciale, il convenait d'indiquer, ainsi que nous l'avons fait, quelle était la provenance de l'aniline que nous avons employée pour nos expériences, afin que ceux qui voudront les vérifier, ne soient pas en droit de nous opposer des résultats contradictoires, en employant des anilines commerciales qui n'auraient point la même origine que celle dont nous nous sommes servis.

Lorsqu'il s'agit de déceler, dans l'organisme, des traces d'aniline, il y a un procédé, qui a été jusqu'à présent regardé comme le plus précis et le plus exact qu'on puisse mettre en usage : il a été indiqué par Letheby (3), et consiste à plonger

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, déc. 1862.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, juin 1863.
(3) *Chem. News*, loc. cit.

le pôle négatif d'une pile de Bunsen ou de Groves dans quelques gouttes du liquide que l'on suppose contenir de l'aniline; au passage du courant, il se développerait une coloration violette intense.

Ce procédé d'analyse ne nous a pas donné les résultats auxquels nous aurions pu nous attendre. Nous avons aussi essayé les divers procédés basés sur l'emploi du bichromate de potasse, des hypochlorites, etc.

Le procédé que nous avons suivi pour rechercher l'aniline dans le sang et dans les organes est le suivant : nous incinérons avec l'acide sulfurique, en ajoutant une quantité à peu près égale d'acide arsénieux. Le résidu lavé avec l'alcool ou l'éther communique au dissolvant une coloration d'une pourpre intense ou d'un rouge vif, suivant la quantité d'aniline qui se trouvait exister dans le corps soumis à l'analyse. C'est là un procédé très-simple d'analyse; il est exact et ne nous a fait défaut dans aucun des cas où nous avons eu occasion de l'employer. Il est tout entier basé sur un des procédés industriels les plus simples pour préparer la fuchsine et les autres couleurs qui en dérivent, et dont on doit l'idée première à MM. Girard et Delaire.

Nous avons expérimenté exclusivement avec l'aniline, et nous n'avons employé aucun de ses dérivés.

Nous nous réservons, dans un prochain travail, de faire l'étude physiologique et toxicologique d'une substance dont l'histoire est inséparable de celle de l'aniline; nous voulons parler de la nitro-benzine.

Mais avant de donner le récit de nos expériences, nous croyons qu'il est de notre devoir de rappeler ici que les travaux de M. le professeur Claude Bernard, sur les substances toxiques et médicamenteuses, nous ont servi de guide dans toutes nos recherches. Nous serions heureux, si nous pouvions, avec quelque succès, suivre la voie que ses travaux nous ont tracée, et dans laquelle nous sommes entrés après lui, en nous guidant de sa méthode, des expériences qu'il a faites et des résultats si remarquables auxquels l'observation l'a conduit.

I.

Exp. I. — Le 8 mars 1863, on fait avaler à un cochon d'Inde environ 2 grammes d'aniline. L'expérience fut faite à 3 h. 11 m. de l'après-midi. L'animal après avoir, dans les premiers instants, cherché à s'échapper, reste bientôt immobile. Vers 3 h. 15 m. on observe que tout son corps frissonne et est agité de secousses au moindre bruit; en même temps clignement des paupières; les pupilles sont dilatées; les yeux brillants et remplis de larmes. On ne constate pas que les extrémités se soient refroidies. La respiration est petite et saccadée, les battements du cœur fréquents et tumultueux s'élèvent à plus de 160 pulsations. A 3 h. 30 m. de violentes secousses convulsives s'ajoutent aux frissons dont tout le corps de l'animal est continuellement agité; lorsqu'il cherche à faire quelques mouvements, il se traîne sur les membres postérieurs qui s'affaissent bientôt. Ainsi accroupi, les paupières à demi-closes, la tête fléchie, il tombe sur le flanc droit (3 h. 40 m.); la respiration est courte et saccadée, les battements du cœur sont petits et trop précipités pour pouvoir être comptés. Cependant (3 h. 50 m.) les mouvements convulsifs qui, à intervalles irréguliers, s'ajoutent aux frissons deviennent plus rares et deux minutes après (3 h. 52 m.), l'animal est pris de hoquet et meurt.

Exp. II. — Le 20 mars, à 1 h. 47 m. de l'après-midi, on a fait avaler à une grenouille, en les lui insufflant dans le pharynx à l'aide d'un tube effilé, environ 8 gouttes d'aniline. A 1 h. 50 m., l'animal reste immobile, les membres flasques et étendus, sans qu'il ait des secousses convulsives. Cependant quand on pince la peau soit des membres antérieurs, soit des membres postérieurs, l'animal les relève; il survient alors quelques convulsions dans le membre excité, qui retombe bientôt à sa première position. A 2 h. 10 m. l'animal toujours immobile n'est plus excitable : cependant les battements du cœur, quoique lents, persistent et ne cessent que vers 2 h. 25 m., c'est-à-dire plus d'une demi-heure après le début de l'expérience.

Exp. III. — Le 26 mars, à 1 h. 10 m. de l'après-midi, on prend un très-jeune chien, que l'on empoisonne en lui faisant avaler environ 3 grammes d'aniline. A 1 h. 18 m., tremblements et frisson qui parcourt tout le corps de l'animal et persiste jusqu'à sa mort. A 1 h. 25 m., le chien fléchit sur son train de derrière et éprouve des secousses convulsives; les extrémités des membres sont froides, les yeux saillants et remplis de larmes, les muscles de la face agités de soubresauts. Les secousses convulsives se suspendent tout le temps pendant lequel on fait passer dans les membres convulsivés l'extra-courant d'un appareil électro-médical de Rhumkorf. Le hoquet survient vers 1 h. 50 m. avec l'embarras toujours croissant de la respiration, le ralentissement des battements du cœur d'abord précipités (100-50-40), et l'animal meurt vers 1 h. 55 m.

Exp. IV. — Le 30 mars, à 2 h. 14 m., on a empoisonné un cochon d'Inde avec un gramme et demi d'aniline. A 2 h. 20 m. commencement du frisson. A 2 h. 22 m., on observe que les yeux sont saillants et humides; l'animal qui marche en se traînant sur ses membres postérieurs écartés, ne

peut bientôt plus s'avancer quoiqu'il agite ses membres antérieurs. Cette paraplégie ne s'accompagne d'aucune diminution dans la sensibilité du train postérieur. Il y a peu de secousses convulsives et on note un refroidissement très-marqué des extrémités des membres. L'animal chancelle (2 h. 40 m.), tombe sur le côté droit et à 2 h. 48 m. il est pris de hoquet : quelques instants après, la mort a lieu. En ouvrant la poitrine, on voit que le cœur bat encore lentement; il est rempli de sang et ne se contracte plus que difficilement. Il reste encore quelques contractions fibrillaires jusque vers 3 h. 26 m.

Exp. V. — Le 10 avril, à 2 h. 10 m., on a empoisonné un pigeon avec 1 gramme 1/2 d'aniline. L'animal qui s'agitait beaucoup, s'affaissa vers 2 h. 16 m. comme fatigué, les ailes écartées, la tête pendante, puis fut repris (2 h. 24 m.) de mouvements convulsifs sans frissonnement, et retomba sur le côté (2 h. 30 m.) avec des secousses dans le cou et dans la tête qu'il relevait en les raidissant. Il devint immobile et mourut à 2 h. 32 m. Les battements du cœur persistaient encore alors que depuis plusieurs minutes la respiration avait cessé.

Exp. VI. — Le 12 avril, à midi 16 m., on empoisonna une grenouille en lui faisant avaler environ 1 gramme d'aniline. La mort ne survint que plus de trois quarts d'heure après l'ingestion du poison. Alors la peau du ventre et de la partie interne des cuisses présenta une coloration rougeâtre, et cette rougeur tenait, comme on put s'en assurer par un examen attentif, à d'abondantes suffusions sanguines.

Trois à quatre grammes d'aniline suffisent pour empoisonner un chien de moyenne taille, et tous les animaux sur lesquels nous avons expérimenté, paraissent sensibles, à des degrés variables, à l'action de cette substance.

Après l'ingestion du poison, l'animal salive abondamment, et, frottant à terre son museau, il essaie de se débarrasser des spumes visqueuses qu'il rejette à chaque instant, mêlées d'une partie de l'aniline que l'on a cherché à lui faire avaler. L'aniline est donc un poison qui fait saliver abondamment les animaux soumis à son action.

Environ dix minutes après le début de l'expérience, l'animal reste tranquille et comme hébété. Puis, tout son corps frissonne, et ce frissonnement, phénomène initial de l'empoisonnement, ne cesse qu'à sa mort. Bientôt après il survient quelques secousses convulsives, et, fléchissant sur les membres postérieurs qui s'écartent, l'animal affaibli s'accroupit sur son train de derrière. Cependant la sensibilité générale est intacte et persiste ainsi toute la durée de la vie. Les secousses convulsives peuvent être suspendues en faisant passer un courant direct de moyenne intensité dans les muscles qui en sont le siége.

Plus tard, et moins d'une heure après le début de l'expérience, quand il s'agit d'un animal assez vigoureux, d'un chien adulte et de moyenne taille, on le voit chanceler et retomber sur le flanc, agité de frissons continuels; alors les mouvements convulsifs, intenses et fréquents tout d'abord, n'apparaissent plus qu'à de rares intervalles et sont à peine sensibles. La peau est chaude; les battements du cœur sont petits, irréguliers, tumultueux, d'une extrême fréquence; la respiration est courte, embarrassée. Les pupilles sont un peu dilatées, les yeux saillants et remplis de larmes.

Environ deux heures après le moment où l'animal a été empoisonné, les extrémités des membres postérieurs tout d'abord, puis des membres antérieurs, se refroidissent; les battements du cœur sont trop tumultueux pour qu'on puisse les compter. Il n'y a bientôt plus qu'un frémissement à peine sensible; puis il arrive du hoquet, et l'animal meurt.

Il importe de remarquer un point sur lequel nous n'avons peut-être pas assez insisté, c'est que le frissonnement, les secousses convulsives, la paraplégie, puis le refroidissement surviennent d'abord aux membres postérieurs et ne se montrent aux membres antérieurs que longtemps après.

II.

Exp. VII. — Le 20 avril, après avoir empoisonné un chien de petite taille avec environ 3 grammes d'aniline, nous avons surtout examiné l'état du sang; il était demi-fluide, des ecchymoses existaient sous les plèvres, et le sang recueilli et abandonné à lui-même à l'air libre ne se coagula pas. Mis de côté et examiné encore plus d'un mois après l'expérience, il restait roussâtre, fluide avec quelques débris granuleux et n'était point fétide; même à cette époque il fut possible d'y retrouver des traces d'aniline.

Exp. VIII. — Le même jour, nous avons noté sur plusieurs grenouilles des suffusions sanguines sous la peau du ventre et de la partie antérieure des cuisses.

Exp. IX. — Le 25 avril, en examinant au microscope les globules du sang chez les animaux empoisonnés avec l'aniline, nous avons trouvé comme lésion constante, en ayant soin de prendre le sang dans le cœur et quelques minutes après la mort, de nombreux noyaux libres, l'extravasation de la matière colorante dans le sérum; les globules intacts étaient granuleux, mais ils n'étaient pas fragmentés ni crénelés à leur périphérie.

Il se produit souvent dans l'empoisonnement par l'aniline

des extravasations sanguines sous les plèvres, les poumons sont congestionnés, et le cœur est gorgé de sang.

Le sang est profondément altéré; au moment où il s'écoule, il est brun, poisseux; il ne se coagule pas, et lorsqu'on l'abandonne à lui-même, il s'y dépose d'épais flocons dans un sérum roussâtre.

Il n'y a dans le sang qui sort en bavant par une plaie béante faite au cou de l'animal rien qui rappelle soit la rutilance du sang artériel, soit la couleur du sang veineux normal. Le sang qui s'écoule ainsi, brun, poisseux, incoagulable, ne devient plus rutilant quand on le laisse sous une cloche remplie d'oxygène. Il exhale l'odeur caractéristique de l'aniline, et l'analyse chimique nous a toujours permis de retrouver le poison dans le sang comme aussi dans les poumons, dans les muscles et dans le cerveau que nous avons soumis à l'analyse toutes les fois que les expériences ont été faites sur des animaux qui n'étaient pas de trop petite taille.

Les globules du sang examinés au microscope sont altérés, déformés, granuleux; ils ont perdu en partie leur matière colorante, et il reste sous la préparation de nombreux noyaux libres. Mais les globules ne sont pas crénelés, déchiquetés; ils ne se segmentent point comme nous l'avons observé dans l'empoisonnement avec le sulfo-cyanure de potassium, substance toxique avec laquelle l'aniline a plus d'une analogie, ainsi qu'on peut s'en convaincre par le récit des expériences suivantes.

III.

Exp. X. — Le 4 mai, à midi 40 m., nous avons injecté sous la peau d'une grenouille, à la partie moyenne du dos du côté droit, 3 à 4 gouttes d'aniline. Cinq minutes après, l'animal se tient immobile, flasque, les membres écartés. En pinçant les membres du côté gauche, c'est-à-dire du côté opposé à celui où a été faite l'injection sous-cutanée, l'animal les retire avec quelques mouvements convulsifs, puis ils reviennent à leur position primitive. Du côté droit, les extrémités antérieures et postérieures excitées, pincées fortement, restent immobiles; cependant elles sont encore excitables par un courant électrique direct de moyenne intensité. A midi 52 m., l'excitation électrique, dans tout le côté droit de l'animal, ne réveille plus aucune contraction.

Exp. XI. — Le 25 mai, à 3 h. 22 m., on mit à nu les muscles de la cuisse droite sur deux cochons d'Inde que l'on venait de sacrifier presque au même moment en leur sectionnant la moelle allongée. On imbiba les mus-

cles de l'un des animaux avec de l'aniline, et les muscles de l'autre animal furent maintenus humectés avec un peu d'eau tiède. A 3 h. 28 m., les muscles qui avaient été pénétrés par l'aniline, n'étaient plus excitables par un courant de moyenne intensité (appareil électro-médical de Rhumkorf petit modèle). Cette abolition si rapide de la contractilité chez l'un des animaux alors qu'elle persistait intacte chez l'autre, nous fit examiner avec attention l'état des muscles. Partout où s'était infiltré le poison (car c'était là une véritable intoxication musculaire par imbibition), les fibres musculaires étaient altérées; elles avaient perdu toute trace de stries transversales et ressemblaient en tous points à des fibres qui auraient été le siége d'une dégénérescence graisseuse.

Exp. XII. — Le 28 mai, à 4 h. 30 m., nous avons mis à nu sur un pigeon, sacrifié quelques instants auparavant par la section du bulbe, les muscles de la cuisse gauche. On les imbiba d'aniline. Au bout de 4 à 5 minutes, il était impossible, avec un courant de faible intensité, de réveiller dans ces muscles aucune contraction. L'altération des fibres musculaires était moins nette que dans l'expérience précédente.

Exp. XIII. — Après avoir étranglé un jeune chat et découvert le nerf sciatique du côté droit, on souleva et on isola ce nerf avec deux fines baguettes de verre ; on répandit sur lui trois gouttes d'aniline ; il resta excitable, malgré cela, aussi longtemps que le nerf du côté opposé.

Exp. XIV. — En mettant à nu les muscles soit des membres antérieurs soit des membres postérieurs chez plusieurs grenouilles vivantes, et en imbibant ces muscles avec de l'aniline, on les voyait se rider, devenir rigides; mais elles ne cessaient d'être contractiles qu'après un temps plus considérable que dans les autres expériences.

Exp. XV. — Le 3 juin, à 4 h. 12 m., on détacha, puis dénuda plusieurs pattes de grenouilles en laissant après elles une partie du sciatique. Les extrémités du nerf, trempées dans de l'aniline, n'amenèrent dans les muscles aucune contraction.

L'aniline agit directement sur la surface dénudée des muscles. Elle abolit très-rapidement la contractilité musculaire. Les expériences réussissent tout aussi bien et aussi rapidement avec l'aniline qu'avec le sulfo-cyanure de potassium, et lorsque, prenant deux grenouilles, on insuffle sous la peau du sulfo-cyanure et de l'aniline, les deux poisons paraissent agir d'une façon à peu près identique; toutefois la lésion microscopique n'est pas la même. La fibre musculaire qui, dans un muscle infiltré d'aniline, n'est plus contractile, a perdu presque entièrement ses stries transversales, de même que dans l'empoisonnement par le sulfo-cyanure de potassium; mais on ne rencontre plus dans le faisceau du muscle des granulations irrégulièrement disséminées. On dirait que chaque fibrille du

faisceau primitif du muscle est formée de granulations superposées.

On doit donc ajouter l'aniline à la liste peu nombreuse des poisons musculaires, mais, en avançant que l'aniline est un poison musculaire, nous ne voulons pas dire qu'il n'agisse que sur les muscles et qu'il tue l'animal en empoisonnant les muscles. Nous attachons à ce mot de poison musculaire une idée plus restreinte : l'altération des muscles est une des altérations, l'abolition de la contractilité musculaire est un des accidents produits par l'aniline, mais nous donnons à l'altération du sang une plus grande importance : c'est à cette dernière altération que nous rattachons, que nous subordonnons toutes les autres.

Nous avons prouvé que l'aniline n'agit pas sur les muscles par l'intermédiaire du nerf, puisqu'elle le laisse intact. C'est donc par le sang que se fait l'empoisonnement du muscle, et l'aniline serait plutôt un poison du sang qu'un poison musculaire, si l'on voulait donner à ces deux mots une signification exclusive.

IV.

Exp. XVI. — Le 5 juin, on découvrit le cœur de deux grenouilles décapitées quelques instants auparavant. Sur l'un de ces cœurs on mit 3 gouttes d'aniline; l'autre ne fut humecté qu'avec quelques gouttes d'eau. Au bout de 4 minutes le premier cœur avait cessé de battre, et les mouvements du second continuaient encore plus d'un quart d'heure après.

Exp. XVII. — Le 8 juin nous avons mis à mort par strangulation un jeune chien, puis nous avons immédiatement injecté par l'aorte dans le cœur gauche environ 8 à 10 gouttes d'aniline. Au bout de 7 minutes les battements du cœur, après s'être ralentis, avaient complétement cessé.

Exp. XVIII. — Toutes les fois qu'à la suite de l'application locale du poison sur le cœur il a cessé de battre, on n'a jamais pu rappeler ses battements en employant soit des courants directs, soit des extra-courants de faible ou de moyenne intensité.

Les expériences que nous venons de rapporter prouvent que l'aniline agit tout aussi rapidement sur le cœur que sur les autres muscles striés.

L'animal empoisonné par l'aniline meurt asphyxié, non point par arrêt mécanique de la respiration, mais parce que le sang altéré ne peut plus être hématosé. Aussi avons-nous toujours

trouvé le cœur gonflé d'un sang poisseux et d'un brun noirâtre, tel, en un mot, que nous l'avons décrit quelques pages plus haut en parlant des altérations du sang.

V.

Exp. XIX. — Le 15 juin, vers 1 h. 40 m., nous avons pris une cloche d'un volume d'environ 15 litres et présentant latéralement deux tubulures, et sous cette cloche nous avons placé un cochon d'Inde, adulte et vigoureux, en ayant soin de maintenir libres les deux tubulures, afin qu'il n'y eût point à redouter pour l'animal d'asphyxie par privation d'air. Cela fait, nous avons à plusieurs reprises versé dans la cloche de l'aniline dont l'odeur suffocante se répandit bientôt dans le laboratoire où se faisait l'expérience. Environ trois quarts d'heure après le début, l'animal chancelait, était pris de frissonnement, puis devenait paraplégique; il cherchait à se traîner sur ses membres postérieurs écartés. Il eut peu de mouvements convulsifs. Vers les quatre heures, il s'affaissa et tomba sur le flanc droit, ayant les membres dans une agitation, dans un frissonnement continuel; la respiration était courte et saccadée, les extrémités étaient froides. On ne nota pas traces de coloration anormale à la surface des muqueuses. L'animal mourut à cinq heures et demie.

En soumettant des animaux, sous une cloche où l'air extérieur pouvait facilement pénétrer, à l'influence délétère des vapeurs d'aniline, nous avons prouvé que l'aniline empoisonne rapidement par voie d'absorption pulmonaire.

Les conséquences pratiques que l'on pourrait déduire de ce fait n'échapperont à personne. Rien, en effet, ne prouve mieux le danger qui peut résulter du maniement journalier de l'aniline que les propriétés délétères des vapeurs de ce poison.

Il y a là un intérêt de premier ordre. Appeler l'attention des hygiénistes sur le sort des nombreux ouvriers qui vivent chaque jour dans une atmosphère infecte de vapeurs d'aniline nous a semblé un motif suffisant d'entreprendre ce travail, et de préférer ainsi à l'examen de poisons plus classiques l'étude d'une substance encore peu connue, mais devenue l'objet d'immenses applications et, par cela même, rentrant pleinement dans le domaine de l'hygiène industrielle qui, dans ce cas, n'est pas autre chose que la physiologie appliquée.

HOMOLOGIE DES MEMBRES PELVIENS

ET THORACIQUES DE L'HOMME

PAR LE DOCTEUR

FOLTZ

Professeur d'anatomie et de physiologie à l'école de médecine de Lyon.

(Mémoire présenté à l'Académie des sciences en avril 1863.)

(PLANCHE III.)

SECONDE PARTIE.

Dans la première partie de ce Mémoire (1), nous nous sommes appliqué à démontrer l'homologie des systèmes osseux et musculaires des membres pelviens et thoraciques de l'homme. Nous allons maintenant comparer les systèmes artériels et nerveux.

Les *connexions* constituant le principal moyen de détermination des homologies artérielles comme de celles des autres systèmes, il faut d'abord préciser la signification de ce mot relativement aux artères. Nous entendons par connexion artérielle non le simple rapport, mais la liaison d'une artère avec les autres organes : son union avec l'organe qu'elle nourrit, son anastomose avec d'autres artères, son embranchement sur un tronc, sont des connexions ; nous donnons encore ce nom à la relation ou à l'enlacement d'une artère autour d'un os qui lui donne appui et protection.

La *forme* des artères comprenant les caractères extérieurs de volume et de direction, leur *développement*, l'*anatomie comparée* enfin, nous fourniront encore d'utiles données.

Mais ce sont les *anomalies* qui, après les connexions, nous

(1) Voyez le n° de janvier 1863, p. 40 et suiv.

donneront le plus précieux concours et le plus puissant moyen de démonstration.

Une condition capitale de la démonstration des homologies, c'est qu'il faut tenir compte de la double symétrie dont l'économie animale porte l'empreinte certaine. L'une, la *symétrie latérale*, formée par le plan médian qui sépare le côté droit du côté gauche, a été connue de tout temps, mais seulement admise pour les organes de relation ; ce sont les belles observations de M. Serres qui ont prouvé son existence dans les organes de nutrition qui semblaient le plus s'en écarter. L'autre, qu'on pourrait appeler *symétrie céphalo-coccygienne*, est formée par un plan transversal qui joint l'ombilic au huitième disque intervertébral dorsal, et qui divise le corps en deux tronçons homologues, le tronçon céphalique et le tronçon coccygien, ou l'avant-train et l'arrière-train. Celle-ci avait échappé complétement aux anciens anatomistes ; et, parmi les modernes, Vicq-d'Azyr est le premier qui l'ait entrevue dans son célèbre parallèle des membres; après lui quelques rares anatomistes l'ont notée d'une manière plus accentuée, mais sans en donner une démonstration suffisante ; et aujourd'hui elle est encore si peu connue et si loin d'être admise, que les livres d'anatomie classique n'en font aucune mention. Cependant elle existe, et j'ai la conviction profonde qu'elle est aussi réelle que la première, et qu'on arrivera à la démontrer complétement en tenant compte du développement excessif de certains organes et de l'atrophie de certains autres. Déjà la démonstration que j'en ai donnée pour le système osseux et le système musculaire des membres me paraît sans réplique, et j'espère que celle qui va être exposée, relativement aux systèmes artériel et nerveux, ne sera pas moins péremptoire (1).

(1) La *Symétrie* dans l'économie animale est une question encore neuve qui se lie intimement à l'homologie et qui mériterait de plus longs développements. J'ajouterai ici quelques remarques bibliographiques.

Vicq-d'Azyr entrevit le premier (1774) la symétrie des membres nférieurs et supérieurs.

J. F. Meckel (traduct. de Jourdan et Breschet, 1825) vit la symétrie du corps entier, dans ses trois dimensions, largeur, longueur et épaisseur, c'est-à-dire la *symétrie latérale*, la *symétrie des moitiés supérieure et inférieure* et a *symétrie de la face antérieure et de la face postérieure*. Il est singulier que ces idées de deux grands anatomistes n'aient pas eu plus d'écho en France et surtout en Allemagne : c'est qu'elles sont chez eux à l'état de sentiment plutôt qu'à l'état de vérité démontrée. Comment, en effet, Meckel aurait-il prouvé la symétrie du

En comparant les artères ou les nerfs des membres, il faut donc se rappeler que leur homologie, comme celle des os et des muscles, est *symétrique* dans les membres d'un même côté ou d'un même train, et *directe* dans les membres en diagonale ou de côtés et de trains opposés.

A.* COMPARAISON DES TRONCS ARTÉRIELS DU BASSIN ET DE L'ÉPAULE. — Les gros troncs de la hanche et de l'épaule justifient leur homologie par leurs connexions. En effet, l'iliaque primitive naît de l'aorte comme le tronc brachio-céphalique. L'un et l'autre se divisent en deux gros troncs, l'hypogastrique et l'iliaque externe en bas, la carotide primitive et la sous-clavière en haut. Les rapports du tronc brachio-céphalique avec

pied et de la main, puisqu'il admet l'homologie du gros orteil et du pouce? Cet illustre anatomiste était aussi tombé dans de graves erreurs lorsqu'il comparait la tête au sacrum. Nous verrons plus loin que la tête ne peut être comparée qu'aux deux dernières pièces du coccyx.

Gerdy n'admet pas la symétrie pour la *moitié céphalique* et la *moitié pelvienne* du corps, mais il l'admet pour les membres: seulement, lorsqu'il en vient à la démonstration, il ne peut rien prouver parce que, entre autres erreurs, il assimile le pouce au gros orteil.

Raspail admet la *dualité* et l'*homotypie* de nos organes, c'est-à-dire la symétrie latérale et la symétrie des moitiés supérieure et inférieure. Il a approché de la vérité en comparant le gros orteil au petit doigt. Mais, outre l'insuffisance de cette comparaison et la nécessité d'assimiler le gros orteil aux deux derniers doigts pour arriver à la véritable homologie du pied et de la main, cet auteur est tombé dans d'incroyables erreurs anatomiques, parmi lesquelles je me bornerai à signaler la création de toute pièce d'un fléchisseur particulier du petit doigt venant du radius, pour faire pendant au fléchisseur propre du gros orteil qui vient du péroné.

Les anatomistes classiques français, J. Cloquet, Cruveilhier, Sappey, ne parlent que de la *symétrie latérale*.

Parmi les auteurs de l'*Encyclopédie anatomique*, ce résumé des doctrines anatomiques de l'Allemagne, Valentin seul, à l'occasion du système nerveux, parle de diverses sortes de symétries des nerfs : *symétrie successive, symétrie latérale, symétrie perpendiculaire*. La dernière répond à la symétrie des faces dorsale et ventrale du corps, la seconde symétrie latérale est celle qui est admise par tout le monde. Quant à la symétrie successive, elle serait la négation de la symétrie des moitiés inférieure et supérieure : car, si j'ai bien compris l'auteur, elle ne suppose pas de plan médian séparant deux moitiés égales, mais simplement une succession d'objets qui se ressemblent. Toutefois l'anatomiste de Berne revient implicitement à la symétrie des moitiés supérieure et inférieure, lorsqu'il parle de l'opposition entre les nerfs cérébraux et les nerfs rachidiens, et surtout des analogies entre les portions céphalique et sacrée du nerf grand sympathique.

On comprend par cette note, qui n'a d'autre but que d'attirer l'attention sur ce sujet, tout l'intérêt qui s'attache aux études homologiques dont les esprits ont été détournés au commencement de ce siècle par les découvertes de Bichat et par le microscope. Il est temps de revenir à l'ordre de faits inauguré par Vicq-d'Azyr et de mettre l'homologie au niveau de l'anatomie générale et de l'anatomie de texture.

les os de l'épaule et la colonne vertébrale rappellent ceux de l'iliaque primitive avec les os du bassin et la colonne lombo-sacrée.

La forme de ces deux troncs, leur volume, leur longueur et leur direction sont semblables et symétriques.

HOMOLOGIE DU SYSTÈME ARTÉRIEL.

TABLEAU IX.

HOMOLOGIE DES ARTÈRES DE LA HANCHE ET DE L'ÉPAULE.	
TRONCS.	
Iliaque primitive.	Tronc brachio-céphalique.
Iliaque externe et portion de l'iliaque interne.	Sous-clavière et axillaire.
BRANCHES.	
Iléo-lombaire.	Scapulaire postérieure.
Fessière.	Scapulaire supérieure.
Circonflexe iliaque.	Scapulaire inférieure.
Obturatrice.	Intercostale supérieure.
Epigastrique.	Mammaire interne.
Sous-cutanée abdominale.	Mammaire externe.
Honteuses externes.	Acromio-thoracique.
Ischiatique.	Oblitérée.

On ne saurait objecter qu'il n'existe qu'un tronc brachio-céphalique, tandis qu'il y a deux iliaques primitives, l'étude des anomalies nous montrant qu'il existe quelquefois deux troncs brachio-céphaliques, l'un droit et l'autre gauche.

On a rencontré à l'iliaque primitive une anomalie en sens inverse de la précédente; M. Cruveilhier dit en effet qu'on a vu l'iliaque primitive droite manquer; ses deux branches l'iliaque interne et l'iliaque externe naissaient directement de la terminaison de l'aorte.

Nous pouvons donc conclure, d'après les connexions, la forme et les anomalies, que le tronc brachio-céphalique est l'homologue de l'iliaque primitive.

Les deux divisions du tronc brachio-céphalique, la carotide primitive et la sous-clavière, répondent d'une manière générale

à l'artère hypogastrique et à l'artère iliaque externe, divisions de l'iliaque primitive. La sous-clavière est l'artère du membre thoracique, comme l'iliaque externe est l'artère du membre abdominal, avec cette différence toutefois que la sous-clavière fournit à tout le membre thoracique, et de plus à la tête par l'artère vertébrale, tandis que l'iliaque externe ne fournit pas seule au membre abdominal, qui reçoit encore plusieurs branches de l'hypogastrique, et notamment la fessière, l'ischiatique, l'obturatrice. Ces dispositions nécessitées par les fonctions assurent à la circulation de la tête, plus importante que celle du bras, la double voie de la carotide primitive et de la sous-clavière, et à celle du membre abdominal, plus importante que celle du bassin, la voie également double de l'iliaque externe et de l'iliaque interne. Mais la différence physiologique que nous signalons entre le tronc brachial et le tronc abdominal n'a rien d'essentiel au point de vue organique ou homologique : c'est une question de dichotomie tardive ou précoce.

Supposons que toutes les branches artérielles du membre thoracique conservent leur isolement à la manière des tubes nerveux jusqu'à leur embranchement sur l'aorte, le tronc brachial ou artère sous-clavière contiendra le faisceau complet des artères du membre. Le tronc abdominal ou artère iliaque externe ne formera, dans la même hypothèse, qu'une partie du faisceau ; le reste passant par l'hypogastrique ne se réunit à lui qu'au niveau de l'iliaque primitive.

Nous pouvons donc dire que l'artère iliaque externe, augmentée des branches de l'hypogastrique qui se rendent aux parois du bassin et à la cuisse, est l'homologue de la sous-clavière diminuée des branches qui se portent à la tête.

L'homologie entendue de cette manière entre l'artère iliaque externe et l'artère sous-clavière, y compris la partie supérieure de l'axillaire, se justifie aisément par les connexions et notamment par celle-ci que l'artère iliaque externe passe sur la branche horizontale du pubis, et l'artère sous-clavière sous l'apophyse coracoïde, deux éléments osseux qui se correspondent. Ce rapprochement homologique permet d'en faire nn autre au point de vue pratique : c'est que dans certains cas de plaies artérielles, d'anévrismes ou d'amputation du bras, l'artère sous-clavière pourrait être comprimée de bas en haut dans l'aisselle contre l'apophyse coracoïde, comme l'artère iliaque

externe est comprimée sur le pubis pour des lésions semblables du membre inférieur.

La forme et la direction de l'artère sous-clavière, en répétant celles de l'iliaque externe, démontrent encore l'homologie de ces vaisseaux.

Enfin M. Dubreuil (1) a décrit une anomalie rare de la sous-clavière, qui, à mon sens, rappelle évidemment la disposition des deux troncs dont elle est l'homologue; voici cette anomalie : La sous-clavière, au lieu de former un tronc unique comme à l'ordinaire, se divise en deux branches : l'une, considérable, est la source de presque tous les vaisseaux qui doivent provenir de la sous-clavière ; l'autre, à laquelle s'applique en réalité cette dénomination, suit le trajet ordinaire et donne naissance à l'axillaire. Qui ne voit dans ces deux branches une répétition homologique de l'iliaque interne et de l'iliaque externe ?

En résumé, la sous-clavière, envisagée comme tronc brachial, est l'homologue de l'iliaque externe et de l'hypogastrique, considérées comme faisceaux des branches qu'elles fournissent au membre pelvien. La sous-clavière, en d'autres termes, est une coalescence de ces deux vaisseaux, coalescence dans laquelle elle répète formellement la première et virtuellement la seconde.

B. COMPARAISON DES BRANCHES ARTÉRIELLES DE LA HANCHE ET DE L'ÉPAULE. — La première chose qui frappe dans l'étude comparée des branches artérielles de la ceinture thoracique et de la ceinture pelvienne, c'est l'existence d'un cercle artériel autour du scapulum et autour de l'ilium. « L'os coxal, aussi bien que l'omoplate, est comme cerné par un cercle artériel » (2). Cela est très-juste, mais lorsque l'illustre anatomiste ajoute : « La scapulaire postérieure, qui longe le bord spinal de l'omoplate, représente la circonflexe iliaque qui contourne la crête iliaque », ce détail nous paraît fautif, car la scapulaire postérieure marche de l'angle postérieur vers l'angle inférieur de l'omoplate, tandis que la circonflexe marche de l'épine iliaque antérieure et supérieure vers l'épine iliaque postérieure, ce qui est contraire à la symétrie. Aussi la scapulaire postérieure a-t-elle pour homologue, à mon avis, l'iléo-lombaire dont la branche

(1) Dubreuil; *Des anomalies artérielles*, p. 120.
(2) Cruveilhier; *Anat. descript.*, 1re édit., t. III, p. 235.

iliaque côtoie la crête iliaque d'arrière en avant, c'est-à-dire dans le même sens que la scapulaire postérieure côtoie le bord spinal de l'omoplate.

Quant à la circonflexe iliaque qui longe le bord antérieur ou inguinal du coxal, elle a pour homologue la scapulaire inférieure qui longe le bord axillaire de l'omoplate.

L'artère scapulaire supérieure enfin représente, par ses connexions avec le bord supérieur de l'omoplate et les fosses sus et sous-épineuses, l'artère fessière qui occupe le petit bassin et la fosse iliaque externe. Seulement, pour passer de la fosse sus-épineuse dans la fosse sous-épineuse elle chemine par le trou acromio-coraco-claviculaire, homologue du trou sous-pubien, au lieu de passer par l'échancrure, homologue de l'échancrure sciatique, dont nous avons démontré l'existence sur le bord postérieur de l'épine scapulaire.

J'arrive à l'une des plus intéressantes homologies artérielles, celle de l'obturatrice, que je compare à l'intercostale supérieure.

Ma démonstration s'appuie, comme à l'ordinaire, sur les connexions, la forme et les anomalies de ces vaisseaux.

L'obturatrice naît généralement de l'iliaque interne et s'anastomose avec l'épigastrique. L'intercostale supérieure naît de la sous-clavière et s'anastomose avec la mammaire interne, homologue de l'épigastrique. Il ne serait pas difficile de prouver que l'intercostale supérieure et l'obturatrice se distribuent à des parties homologues. Les os du bassin pouvant être considérés comme une coalescence de plusieurs côtes, il est évident que l'obturatrice est en connexion avec la face interne de l'os iliaque, comme l'intercostale supérieure est en connexion avec la face interne des premières côtes. La direction horizontale et en arc de cercle, qu'affecte l'obturatrice le long des parois du petit bassin, rappelle évidemment la direction le long des côtes qui est propre aux artères intercostales.

Quant aux anomalies ou variétés d'origine, l'un des traits les plus curieux et les plus importants de l'histoire de l'obturatrice, on verra qu'elles ont les rapports les plus intimes avec l'homologie de ce vaisseau. Ces variétés sont nombreuses : 1° L'obturatrice naît ordinairement de l'hypogastrique ; c'est l'état normal. 2° Elle naît souvent de l'épigastrique. 3° Un cas extrêmement rare est celui de l'origine de l'obturatrice par deux

racines à peu près égales, l'une provenant de l'artère épigastrique, l'autre de l'hypogastrique. 4° L'obturatrice vient quelquefois directement de l'iliaque externe. 5° Elle vient beaucoup plus rarement de la fémorale.

M. J. Cloquet a publié un tableau statistique, que nous reproduisons, du degré de fréquence des principales variétés d'origine de l'obturatrice.

ARTÈRE OBTURATRICE PROVENANT :

1° De l'hypogastrique	348	191 hommes. / 157 femmes.
2° De l'épigastrique ou de la crurale	152	58 hommes. / 94 femmes.
	500	

En ramenant ces chiffres à une unité comparable, on trouve que l'obturatrice naît de l'épigastrique ou de la crurale chez l'homme 23 fois et chez la femme 38 fois sur 100 ; ce qui donne pour les deux sexes 30 pour 100 ou près du tiers.

Remarquons encore que parfois l'obturatrice naît de l'hypogastrique d'un côté et de l'épigastrique de l'autre.

« C'est un fait bien digne de remarque que de voir l'obturatrice naître si fréquemment de l'épigastrique, tandis qu'il est peut-être sans exemple que l'épigastrique vienne de l'obturatrice » (1). Les exemples de ce genre rapportés par Monro, Hesselbach et M. Velpeau, paraissent en effet appartenir à la variété d'origine de l'obturatrice par deux racines, l'une provenant de l'épigastrique, l'autre de l'hypogastrique.

Après avoir émis l'opinion citée plus haut, M. Cruveilhier ajoute en note : « Il serait bien difficile d'expliquer pourquoi l'artère épigastrique et l'obturatrice ont entre elles des connexions d'origine si intimes. »

En résumé, M. Cruveilhier pose deux questions : Pourquoi l'obturatrice vient-elle si souvent de l'épigastrique? pourquoi l'épigastrique ne vient-elle jamais de l'obturatrice?

Avec le flambeau de l'homologie, il est facile d'y répondre. J'ai dit que l'obturatrice est une intercostale, et que l'épigastrique est l'homologue de la mammaire interne. Or il existe

(1) Cruveilhier; *loc. cit.*, t. III, p. 204.

deux artères intercostales pour chaque espace de ce nom : une postérieure qui vient de l'aorte ou de la sous-clavière et une antérieure qui vient de la mammaire interne. L'intercostale postérieure se divise, après un court trajet, en deux rameaux qui longent le bord correspondant des deux côtes voisines, et qui vont s'anastomoser par inosculation avec deux rameaux semblables fournis par l'intercostale antérieure, branche de la mammaire interne. De cette double anastomose il résulte un ovale artériel très-allongé, dans lequel il est impossible de déterminer les limites respectives des deux ordres de vaisseaux.

Cette disposition remarquable est répétée par l'obturatrice dans sa division constante en deux branches qui circonscrivent le trou ovale ou sous-pubien, et lui forment, selon l'expression de M. J. Cloquet, une couronne anastomotique. Mais comme il n'y a, pour deux intercostales, dont l'une antérieure et l'autre postérieure, qu'une seule obturatrice, celle-ci se fait tantôt postérieure et tantôt antérieure, selon les convenances physiologiques, et pour conserver dans la série des êtres sa qualité d'homologue des deux intercostales. Ajoutons que parmi les artères intercostales, c'est celle qu'on désigne sous le nom d'intercostale supérieure qui, par ses connexions et en vertu de la symétrie, doit être considérée comme l'homologue de l'obturatrice.

Nous pouvons maintenant expliquer l'homologie de l'obturatrice par ses anomalies, et réciproquement éclairer ses anomalies à la lumière de son homologie. En effet, si l'obturatrice naît de l'hypogastrique, elle répète évidemment l'intercostale postérieure. Si elle naît de l'épigastrique, elle répète l'intercostale antérieure. Si elle naît par deux racines à peu près égales, l'une provenant de l'épigastrique, l'autre de l'hypogastrique, elle répète la disposition ordinaire des deux intercostales. Il est remarquable que ce dernier cas, qui est normal pour les intercostales proprement dites, est extrêmement rare et tout à fait exceptionnel pour l'obturatrice.

Quant aux variétés dans lesquelles l'obturatrice s'embranche sur l'iliaque externe ou sur la fémorale, elles se rattachent à l'anomalie dans laquelle elle tire son origine de l'épigastrique, et s'expliquent de même.

En résumé, toutes les variétés d'origine de l'artère obturatrice peuvent se réduire à deux, selon que ce vaisseau vient de l'hy-

pogastrique ou de l'épigastrique: dans le premier cas, elle répète homologiquement la disposition de l'intercostale postérieure; dans le second, celle de l'intercostale antérieure.

La raison homologique étant la cause générale ou prédisposante des variétés d'origine de l'obturatrice, il faut chercher dans la raison physiologique la cause particulière ou déterminante de leur fréquence relative. Si l'obturatrice naît de l'épigastrique plus souvent chez la femme que chez l'homme, ce fait ne tient-il pas au développement plus considérable des mamelles et du ventre de la première?

Pour faire mieux ressortir l'importance des explications homologiques, relativement aux variétés d'origine de l'artère obturatrice, il me paraît intéressant d'exposer celles qui jusqu'ici en ont été données.

Meckel (1) considère la petite branche, qui unit l'épigastrique à l'obturatrice, comme une des origines de cette dernière, en sorte que la variété d'origine dans laquelle l'obturatrice vient de l'épigastrique n'est qu'un développement plus considérable de cette branche de communication. Cela est exact, mais la question est de savoir pourquoi l'obturatrice a deux origines. C'est parce qu'elle est l'homologue des intercostales qui ont une origine postérieure et une origine antérieure. Car il ne manque pas d'artères ayant un rameau d'anastomose avec une autre artère du voisinage, sans qu'on voie jamais ce rameau leur servir d'origine.

M. Dubreuil (2) explique la variété d'origine dans laquelle l'obturatrice vient de l'épigastrique par la permanence d'un état fœtal qui a coutume d'être transitoire. Rien dans le développement connu du fœtus ne démontre cette hypothèse.

Nous comprenons maintenant pourquoi l'artère épigastrique, qui donne si souvent naissance à l'obturatrice, n'en provient jamais; pourquoi la mammaire interne ne provient jamais non plus des intercostales qu'elle émet: c'est que l'épigastrique et la mammaire interne, en vertu de la symétrie dorso-ventrale, admise par Meckel, constituent une véritable aorte antérieure, et que l'aorte ne peut pas être subordonnée à ses branches.

Après cette longue discussion revenons à notre point de

(1) *Manuel d'anatomie*, t. II, p. 418.
(2) *Loc. cit.*, p. 296.

départ, et concluons que d'après les connexions, la forme, les anomalies, la symétrie céphalo-coccygienne et même la symétrie dorso-ventrale, l'artère obturatrice a pour homologue l'intercostale supérieure.

Un mot sur l'artère ischiatique ou artère satellite du grand nerf sciatique; son existence est subordonnée à la position isolée de ce nerf, loin de l'artère fémorale. Au membre thoracique, où les cordons nerveux, homologues du grand nerf sciatique, rampent comme les autres nerfs autour de l'artère brachiale, l'homologue de l'artère ischiatique est oblitérée, ou plutôt elle a disparu par une véritable coalescence avec le tronc artériel principal du bras. Du reste, nous reviendrons sur l'artère ischiatique dans le chapitre suivant.

TABLEAU X.

HOMOLOGIE DES ARTÈRES DE LA CUISSE ET DU BRAS.	
TRONCS.	
Fémorale et poplitée.	Axillaire et humérale.
BRANCHES.	
Fémorale profonde.	Humérale profonde.
Circonflexe antérieure.	Circonflexe postérieure.
Circonflexe postérieure.	Circonflexe antérieure.
Musculaire du triceps fémoral.	Rameau profond de l'humérale profonde.
Perforantes.	Artères musculaires sans nom ou oblitérées.
Première collatérale supérieure interne du genou.	Collatérale interne supérieure.
Seconde collatérale supérieure interne.	Collatérale interne inférieure.
Collatérale supérieure externe.	Rameau superficiel de l'humérale profonde.
Articulaires moyennes.	Oblitérées.
Jumelles.	Oblitérées.

A. Comparaison des troncs artériels de la cuisse et du bras. — Le phénomène de coalescence que nous avons constaté à l'épaule se continue au bras. L'artère brachiale est une coalescence de l'artère fémorale et de l'artère ischiatique ; elle est l'homologue

formelle de la première et l'homologue virtuelle de la seconde. C'est ce que nous allons démontrer.

Il serait oiseux de nous appesantir longuement sur la démonstration de l'homologie de l'humérale avec la fémorale : les connexions et la forme sont les mêmes. Nous nous bornerons à faire observer que pour rendre la comparaison plus complète, il faut joindre à l'humérale une portion de l'axillaire et à la fémorale une portion de la poplitée. L'homologie de ces deux gros troncs de la cuisse et du bras ne saurait être contestée.

Mais il faut démontrer que l'humérale est aussi l'homologue de l'artère ischiatique.

D'abord je constate que le bras ne présente aucune branche qui se puisse comparer à l'ischiatique ; l'homologue formelle de l'ischiatique est donc oblitérée au bras. En examinant de plus près, on ne tarde pas à s'apercevoir que l'ischiatique a les mêmes connexions que l'artère brachiale elle-même. En effet, l'ischiatique est placée en arrière du fémur, comme l'humérale est placée en avant de l'humérus, ce qui tient à la symétrie que nous savons exister entre les membres d'un même côté. L'ischiatique est en connexion avec les muscles biceps fémoral et demi-membraneux, comme l'humérale avec les muscles biceps et brachial antérieur; l'ischiatique enfin est en connexion avec le grand nerf sciatique, comme l'humérale avec les nerfs cubital et médian.

Ainsi l'ischiatique a pour homologue virtuelle l'artère humérale, et comme tout se lie dans les faits bien observés, il en résulte que l'ischiatique est non pas une fessière inférieure, comme on l'a dit, mais bien une *fémorale postérieure*, satellite du grand nerf sciatique. Cela est si vrai que l'ischiatique ne peut pas, pour ainsi dire, se séparer de l'artère fémorale ; elle lui reste unie par une série d'anastomoses des plus remarquables avec l'obturatrice, qui vient plus ou moins complétement de la fémorale, avec la circonflexe interne, avec les perforantes et même, comme nous le verrons plus loin, avec la poplitée.

Ce qui donne le sceau à l'homologie que je viens d'établir entre l'artère ischiatique et l'artère brachiale, ce sont leurs anomalies, que nous allons examiner.

L'artère ischiatique d'abord s'est rencontrée présentant un

développement égal à celui d'une artère fémorale, et se continuant directement avec l'artère poplitée; en même temps la fémorale était absente ou rudimentaire comme une ischiatique. La science possède deux exemples de cette remarquable anomalie.

L'un, emprunté à Froriep, est cité par Theile dans l'*Encyclopédie anatomique*. « Dans un cas rare, elle (la fémorale commune) se terminait par plusieurs branches correspondantes à la profonde, et la fémorale superficielle proprement dite n'existait pas; de l'artère hypogastrique naissait un tronc, du calibre de la fémorale, qui sortait du bassin avec le nerf sciatique, descendait sur la face postérieure de la cuisse, et se terminait par une artère poplitée, dont la manière de se comporter ne différait pas de ce qui a lieu ordinairement » (1).

L'autre exemple a été rencontré par M. Caillard, qui en a donné la description dans sa thèse soutenue à Paris en 1838. Sur le cadavre d'une jeune femme, l'artère iliaque primitive droite se divise, comme de coutume, en iliaque interne et iliaque externe : mais l'iliaque interne est plus volumineuse, et l'iliaque externe plus petite qu'à l'ordinaire. L'iliaque externe donne l'épigastrique et la circonflexe iliaque, puis, devenue fémorale, elle se divise, à trois centimètres du ligament de Fallope, en deux branches, dont l'une constitue la fémorale profonde et l'autre la fémorale superficielle. Celle-ci, d'un calibre égal à celui d'une collatérale articulaire, ne se dévie nullement vers la région poplitée, mais se distribue et se termine au côté interne du genou. Quant à l'hypogastrique, elle se continue par l'ischiatique, qui a le volume normal d'une fémorale et qui la remplace. Elle descend en effet le long de la partie postérieure de la cuisse, conservant toujours son volume extraordinaire et se continuant par l'artère poplitée.

Telle est cette anomalie remarquable que M. Dubreuil, dans son impuissance à la comprendre et à l'expliquer, désigne par les épithètes de bizarre, d'extraordinaire, d'inouïe. « Quelle bizarre déviation de l'état normal! dit-il. C'est à la face postérieure de la cuisse qu'est situé le gros tronc artériel, communément placé en avant. Ici il provient de l'ischiatique et se continue par la poplitée..... la fémorale superficielle existe,

(1) *Encycl. anat.*, t. III, p. 553.

mais rudimentaire et modifiée dans son mode de terminaison » (1).

Or cette anomalie si surprenante s'explique fort aisément : c'est une homologie. Cette ischiatique anormale est une répétition homologique de l'humérale ; telle est la véritable signification de ce fait singulier. Quand l'homologie ne servirait qu'à dépouiller ces cas rares de l'inconnu et du merveilleux qui les entoure, elle aurait encore rendu de grands services à la science.

Ajoutons que, selon Theile, cette anomalie s'accorde avec la disposition normale du système vasculaire chez les oiseaux.

Nous venons de voir, par les exemples précédents, que l'artère fémorale peut manquer. Mais je ne crois pas qu'on ait jamais rencontré deux fémorales. Sandifort aurait vu un cas de ce genre dans lequel la fémorale se bifurquait peu au-dessous du ligament de Poupart, pour donner naissance à la tibiale antérieure, mais il ne l'a pas décrit. Ce cas, qui serait unique, est au moins douteux. Ces divisions précoces se rencontrent quelquefois à la poplitée, mais ne dépassent guère les limites de l'interligne articulaire.

Si maintenant, en regard des anomalies de la fémorale, nous plaçons celles de l'artère brachiale, nous voyons qu'elles en sont tout l'opposé, et nous tirons de là de nouveaux arguments en faveur de l'homologie que nous soutenons. Tandis que la fémorale peut manquer, la brachiale ne manque jamais; la fémorale n'est jamais double, la brachiale l'est souvent, par suite d'une bifurcation précoce, ou plutôt par suite de l'origine prématurée de l'une des trois artères de l'avant-bras. C'est tantôt la cubitale, tantôt la radiale et quelquefois l'interosseuse qui naît prématurément du tiers inférieur, de la partie moyenne ou du tiers supérieur de l'humérale et parfois même de l'axillaire. L'humérale surnuméraire (car elle doit conserver ce nom jusqu'au niveau du pli du coude) est généralement sous-cutanée, par conséquent plus superficielle et plus antérieure que l'humérale proprement dite. Elle répond donc à l'ischiatique, qui, ainsi que nous l'avons dit, est une fémorale postérieure.

En résumé, l'artère brachiale est une coalescence de deux

(1) Dubreuil; *loc. cit.*, p. 348.

artères : elle est formellement l'homologue de la fémorale et virtuellement celle de l'ischiatique.

L'ischiatique anormale est une répétition de la brachiale, comme la brachiale surnuméraire est une répétition de l'ischiatique.

B. COMPARAISON DES BRANCHES ARTÉRIELLES DE LA CUISSE ET DU BRAS. — A la fémorale profonde répond l'humérale profonde, mais avec une sphère d'action moins étendue. En effet l'humérale profonde ne donne point naissance aux circonflexes, ni aux perforantes. Ces dernières sont oblitérées au bras, ou représentées par des artères musculaires innominées. D'autre part la musculaire du triceps fémoral ne naît pas habituellement de la fémorale profonde. Mais les anomalies rétablissent l'équilibre ; c'est ainsi qu'on a vu la circonflexe postérieure du bras, et même la circonflexe antérieure (Dubreuil), naître de l'humérale profonde ; qu'on a vu les circonflexes de la cuisse naître de la fémorale commune ; que la grande musculaire naît parfois de la fémorale profonde.

Les connexions et la symétrie démontrent que la circonflexe externe ou antérieure du fémur a pour homologue la circonflexe postérieure de l'humérus. Elles ne diffèrent que par l'inégale étendue de leur sphère d'action. Nous n'insisterons pas davantage sur cette homologie ni sur les suivantes que nous avons consignées au X[e] tableau.

Nous terminerons notre comparaison des artères du bras et de la cuisse par une remarque générale.

Nous voyons se détacher successivement du tronc abdominal plusieurs artères, qui, par leurs anastomoses, constituent comme un deuxième tronc à la partie postérieure de la cuisse : ce sont l'ischiatique, les perforantes et les jumelles. Ces artères n'ont point d'homologue au membre thoracique. Il faut donc les considérer comme oblitérées ou plutôt représentées virtuellement par l'humérale. Nous hésitons d'autant moins à le faire que les bifurcations fréquentes de la brachiale à son tiers inférieur, à sa partie moyenne, à son tiers supérieur ou même à la fin de l'axillaire, représentent formellement les jumelles, les perforantes ou l'ischiatique.

A. COMPARAISON DES TRONCS ARTÉRIELS DE LA JAMBE ET DE L'AVANT-BRAS. — L'artère poplitée descend jusqu'à sept ou huit centimètres au-dessous de l'interligne articulaire du genou, puis elle

se divise en tibiale antérieure et en tronc tibio-péronier; le tronc tibio-péronier, après un trajet d'environ trois centimètres, se divise à son tour en tibiale postérieure et en péronière; ce qui fait trois troncs pour la jambe. A l'avant-bras l'artère humérale descend à deux centimètres au-dessous de l'articulation du coude et se divise en cubitale et en radiale; la cubitale se divise à son tour, après trois centimètres de trajet, en cubitale proprement dite et en interosseuse, ce qui constitue également trois troncs pour l'avant-bras. Il s'agit d'établir et de démontrer leur homologie. Ce sont encore les connexions et les anomalies qui nous serviront de base principale dans cette démonstration. Nous nous sommes expliqué déjà relativement aux connexions artérielles considérées en général. Quant aux anomalies, elles sont ici tellement nombreuses et variées que, pour bien saisir leurs rapports avec l'homologie, il faut avant tout les considérer dans leur ensemble et les réduire, si c'est possible, à une loi générale.

TABLEAU XI.

HOMOLOGIE DES ARTÈRES DE LA JAMBE ET DE L'AVANT-BRAS.

TRONCS.	
Tibiale antérieure.	Interosseuse.
Péronière.	Radiale.
Tibiale postérieure.	Cubitale.
BRANCHES.	
Collatérale inférieure interne du genou et récurrente interne.	Récurrentes cubitales antérieure et postérieure.
Collatérale inférieure externe du genou et articulaire de la tête du péroné.	Récurrente radiale antérieure.
Récurrente tibiale antérieure.	Récurrente interosseuse.
Branches musculaires, nourricières des os, cutanées.	Branches musculaires, nourricières des os, cutanées.
Oblitérée.	Artère du nerf médian.
Anastomotique péronéo-tibiale.	Radio-palmaire.
Branches calcanéennes transverses.	Transverse antérieure du carpe.
Malléolaires internes et externes.	Rameaux des apophyses styloïdes.

Les anomalies artérielles de la jambe et de l'avant-bras sont, je le répète, très-multipliées; elles se lient à celles du pied et

de la main, qui n'en sont le plus souvent que la continuation. Il n'existe pas de statistique bien faite de ces dispositions anormales, et les documents que nous possédons à cet égard laissent beaucoup à désirer ; néanmoins ils me paraissent suffisants pour tenter une généralisation.

La loi qui domine les anomalies artérielles de ces régions est la même loi dont nous avons démontré l'existence à plusieurs reprises pour d'autres aberrations : c'est la loi de la répétition, homologique, qui peut se formuler ainsi pour les régions dont il s'agit : *Les dispositions anormales de la jambe et du pied répètent les dispositions normales de l'avant-bras et de la main, et réciproquement les dispositions anormales de l'avant-bras et de la main répètent les dispositions normales de la jambe et du pied.* On s'étonne qu'une loi si simple, qui explique l'immense majorité, sinon la totalité des anomalies artérielles des membres, ait échappé jusqu'ici à la sagacité des anatomistes. Mais la raison en est facile à comprendre. Tous les anatomistes sans exception ont méconnu les véritables homologies artérielles des membres, ils ne pouvaient donc connaître la loi de leurs anomalies, car ces deux choses sont connexes. Quel est l'anatomiste aujourd'hui qui ne croie pas encore que la radiale est l'homologue de la tibiale antérieure ? Tous le proclament, prenant ainsi une ressemblance fonctionnelle pour une homologie. Je dis tous, à l'exception d'un seul, Vicq-d'Azyr, l'illustre fondateur de cette anatomie que nous cultivons sous le nom d'homologie, et qui me paraît appelée à un grand avenir, parce qu'elle est une synthèse aussi vaste et aussi profonde que l'anatomie générale créée par le génie de Bichat. La radiale n'est donc pas l'homologue de la tibiale antérieure, mais bien de la péronière. Nous verrons plus loin que la radiale, artère très-développée, tendra, dans ses anomalies, à diminuer sa sphère d'action et à répéter la péronière, qui est rudimentaire ; la péronière tendra, dans les siennes, à l'augmenter et à répéter la radiale.

Une autre cause encore a obcurci cette loi des anomalies : c'est que, celles-ci se présentant à divers degrés, il en résulte que les répétitions homologiques sont nécessairement incomplètes dans la majorité des cas, et surtout ne présentant pas ce degré d'identité parfaite, qui n'existe même pas entre les deux mains, et, à plus forte raison, entre la main et le pied. Il faut

donc voir, dans un certain nombre d'anomalies, une tendance à la répétition plutôt qu'une répétition parfaitement identique.

A l'aide de ces principes qui sont la clef des anomalies, il est facile de prévoir la nature des déviations artérielles en général, et de celles de la jambe et de l'avant-bras en particulier. De deux artères homologues, mais inégalement développées à l'état normal, celle dont la sphère d'action est la plus étendue reviendra dans ses anomalies au niveau de l'autre et réciproquement.

Ainsi s'expliquent à la fois les anomalies et les homologies, en se prêtant un mutuel et lumineux concours.

1° *Comparaison de la tibiale antérieure et de l'interosseuse anti-brachiale.* Les connexions démontrent que la tibiale antérieure a pour homologue l'interosseuse anti-brachiale. Quelle artère mériterait mieux que la tibiale antérieure le nom d'*interosseuse jambière ?*

Elle donne aux muscles de la région antérieure de la jambe, comme l'interosseuse anti-brachiale donne aux muscles de la région postérieure de l'avant-bras. Je pense, avec M. J. Weber, qu'on a tort de distinguer deux interosseuses à l'avant-bras, l'une antérieure, l'autre postérieure. Il n'y a en réalité qu'une seule interosseuse qui est antérieure en haut et postérieure en bas, la branche à laquelle on a donné le nom d'interosseuse postérieure n'étant qu'une première perforante. La tibiale antérieure et l'interosseuse ne diffèrent entre elles que par l'inégale étendue de leur sphère d'action, celle-ci devenant grêle au poignet, celle-là restant volumineuse jusqu'aux orteils.

Les anomalies de ces artères vont confirmer leur homologie. D'après les principes exposés précédemment, la tibiale antérieure diminuera sa sphère d'action dans ses anomalies, tandis que l'interosseuse de l'avant-bras l'augmentera dans les siennes. Parlons d'abord des anomalies de la tibiale antérieure.

« Ceux qui se sont occupés de variétés artérielles et ont colligé des faits relatifs à celles de la jambe n'ignorent point qu'il est plus commun de rencontrer la tibiale antérieure amoindrie qu'accrue dans son volume » (1).

(1) Dubreuil; *Des anomalies artérielles*, p. 402.

« Dans les cas assez rares où on voit la tibiale antérieure manquer entièrement et remplacée par de petites artères perforantes, venues de la tibiale postérieure ou de la péronière, la pédieuse est entièrement fournie par la péronière » (1).

« Beaucoup plus fréquemment, dit Theile, elle a moins de volume, et cela à des degrés divers. Ainsi, dans un cas que j'ai sous les yeux, les branches tarsiennes externes sont fournies par la péronière. Fréquemment, toute la portion appartenant au pied manque, et l'artère se termine sur le cou-de-pied, ou même à la jambe, ou enfin au genou, par la tibiale récurrente antérieure » (2).

Qui ne voit dans ces oblitérations graduelles de la tibiale antérieure une répétition à des degrés divers de la disposition de l'interosseuse antibrachiale?

Citons maintenant les anomalies de l'interosseuse antibrachiale.

M. Dubreuil rapporte le cas d'une interosseuse antibrachiale antérieure volumineuse s'anastomosant sur le dos du carpe avec la radiale, qui était rudimentaire. « Au moyen de cette inosculation, dit-il, celle-ci renforcée contribue à la formation de l'arcade palmaire profonde, mais l'interosseuse y prend une plus grande part » (3).

Dans un cas très-compliqué, Theile a vu l'interosseuse antérieure très-développée percer le ligament interosseux à cinq centimètres de l'articulation radio-carpienne et descendre sur le dos du carpe. Là elle donnait une forte quatrième interosseuse dorsale, une troisième interosseuse plus faible, une seconde interosseuse dorsale extrêmement forte, et une grosse perforante qui arrive entre le second et le troisième os du métacarpe dans la paume de la main, où elle forme l'arcade palmaire profonde avec la branche anastomotique profonde de la cubitale. La radiale était rudimentaire.

Nous voyons dans ces anomalies de l'interosseuse une tendance à répéter la tibiale antérieure.

En voyant l'artère interosseuse se développer ainsi aux dépens de la radiale qu'elle remplace et supplée, on serait

(1) Cruveilhier; *Anat. descript.*, 1re édit., t. III, p. 224.
(2) *Encycl. anat.*, t. III, p. 567.
(3) Dubreuil; *loc. cit.*, p. 160.

tenté de croire qu'il y a simple substitution d'une artère à une autre, et que, dans les cas précités, l'interosseuse s'étale aux lieu et place de la radiale atrophiée. Cette opinion serait erronée. Il y a plus qu'une simple substitution d'une artère à une artère voisine : il y a influence homologique d'un membre sur l'autre. Ce qui le prouve péremptoirement, c'est que l'interosseuse anormale ne répète pas la radiale, mais la tibiale antérieure. Ainsi, dans son développement le plus exubérant, jamais l'interosseuse ne remplace la radiale pour la formation de l'arcade palmaire superficielle, tandis qu'elle la remplace pour la formation de l'arcade palmaire profonde, parce que la tibiale antérieure ne concourt à former qu'une arcade plantaire, et que celle-ci répond à la profonde de la main.

2° *Comparaison de la péronière et de la radiale.* —Ces deux artères ont les mêmes connexions, l'une avec la face postérieure du péroné, l'autre avec la face antérieure du radius, ce qui doit être, en raison de la symétrie des deux membres du même côté. La radiale se distribue aux organes de la partie externe de l'avant-bras et de la main, comme la péronière aux organes de la partie externe de la jambe et du pied. La radiale a deux anastomoses caractéristiques avec la cubitale, l'une pour former l'arcade palmaire superficielle, l'autre, l'arcade palmaire profonde. La péronière a semblablement deux anastomoses avec la tibiale postérieure : l'une, l'anastomose transversale péronéo-tibiale, répond à la première; l'autre, établie par le réseau sus-tarsien et les perforantes du troisième et du quatrième espace entre la péronière et l'arcade plantaire, répond à la seconde. La péronière est une radiale réduite dans son volume; c'est, pour ainsi dire, une radiale à l'état latent. Vienne une anomalie de la péronière, ce sera sa transformation en radiale par le développement énorme de ses éléments.

En effet, d'après R. Quain, sur 208 sujets, il y avait 30 anomalies de la péronière, dont 24 par une augmentation de son volume ou de sa sphère d'action. Tantôt elle remplace en partie ou entièrement la tibiale postérieure et concourt, par le développement de l'anastomose péronéo-tibiale, à former les artères plantaires, comme la radiale concourt, par l'anastomose radio-palmaire, à former les branches digitales. Tantôt elle renforce ou remplace la tibiale antérieure par le développement de la portion qui répond au dos du pied et aux perforantes de l'ar-

cade plantaire, et en cela elle répond au développement de la portion sus-carpienne de la radiale. Elle peut enfin remplacer partiellement les deux tibiales. Nous reviendrons sur les anomalies de la péronière, à l'occasion des artères du pied.

A côté des anomalies de la péronière, lesquelles consistent en une augmentation de sa sphère d'action, plaçons les anomalies de la radiale, qui se présentent généralement en sens inverse, c'est-à-dire avec une diminution de calibre et d'étendue, de sorte que le vaisseau ressemble alors à une péronière normale. Il nous suffira de citer les principales variétés. Il arrive assez souvent que la radio-palmaire est grêle ou manque entièrement. La radiale peut être tellement rudimentaire qu'elle ne donne plus qu'une faible branche perforante pour l'arcade palmaire profonde. Cruveilhier enfin a vu les deux artères radiales manquer à la partie inférieure du radius. Selon Theile, Otto l'a vue si petite, sur les deux bras, qu'elle ne donnait que la récurrente et une couple de branches musculaires.

3° *Comparaison de la tibiale postérieure et de la cubitale.*— Nous n'insisterons pas sur les connexions qui sont les mêmes pour les deux vaisseaux, et qui d'ailleurs sont admises par la plupart des anatomistes. Occupons-nous sur-le-champ de leurs anomalies.

Constatons d'abord que la tibiale postérieure a une sphère d'action plus étendue que la cubitale, qu'elle est d'un plus fort calibre, qu'elle fournit aux deux tiers de la partie postérieure de la jambe et à la presque totalité de la plante du pied, tandis que la cubitale ne fournit qu'à la moitié de la face antérieure de l'avant-bras et de la main.

Cette constatation nous avertit que les anomalies de la tibiale postérieure consisteront généralement en une diminution de volume ou d'étendue pour se rapprocher de la cubitale et la répéter. En effet, sur 26 anomalies de la tibiale postérieure colligées par R. Quain, 23 consistent en une réduction de volume, qui peut aller jusqu'à l'effacement plus ou moins complet. Dans 3 cas seulement, sa sphère d'action est plus étendue.

Voici quelques exemples des anomalies les plus ordinaires de la tibiale postérieure :

« J'ai sous les yeux, dit M. Theile (1), un cas dans lequel

(1) *Encycl. anat.*, t. III, p. 572.

l'artère péronière, plus volumineuse que de coutume, se dirige en dedans, à la place de la branche anastomotique, reçoit la tibiale postérieure, réduite à l'état rudimentaire, et gagne la plante du pied à sa place. »

« Chez un sujet, dit M. Cruveilhier (1), dont l'artère tibiale antérieure et la pédieuse étaient très-considérables, la tibiale postérieure et la plantaire interne avaient à peine le tiers de leur calibre ordinaire. »

Ainsi, réduction de la sphère d'action, voilà la règle des anomalies de la tibiale postérieure.

Celles de la cubitale se font en sens inverse, c'est-à-dire par une augmentation de sa sphère d'action, afin de répéter la tibiale postérieure. Bien que je ne possède aucune statistique précise à cet égard, je crois pouvoir dire qu'il est plus fréquent de la voir donner plus d'artères digitales qu'à l'ordinaire que de la voir en donner moins. Lorsque la radio-palmaire est grêle ou manque, ce qui est assez fréquent, la cubitale forme seule l'arcade palmaire superficielle et fournit de plus, soit en partie, soit en totalité, les branches digitales du pouce et de la moitié de l'indicateur, qui d'ordinaire viennent de la radiale.

L'artère du nerf médian, qui, selon Theile, vient plus souvent de la cubitale que de l'interosseuse, et qui par conséquent doit être considérée comme une branche de la première, se prolonge parfois jusqu'à la main où elle concourt à former l'arcade palmaire superficielle ou les collatérales des doigts, augmentant ainsi la sphère d'action de la cubitale.

De la longue discussion à laquelle nous venons de nous livrer, nous pouvons conclure, en nous fondant principalement sur les connexions et les anomalies, que la tibiale antérieure a pour homologue l'interosseuse, que la péronière répond à la radiale, et la tibiale postérieure à la cubitale.

B. Comparaison des branches artérielles de la jambe et de l'avant-bras. — Deux de ces branches appellent quelques explications relativement à leur homologie : ce sont l'artère du nerf médian et l'artère radio-palmaire.

L'artère satellite du nerf médian qu'on décrit comme une branche de l'interosseuse est en réalité une branche de la cubitale, parce que : 1° à l'état normal elle vient plus sou-

(1) *Anat. descript.*, t. III, p. 230.

vent de la cubitale que de l'interosseuse ; 2° à l'état anormal, où elle descend jusqu'à la paume de la main pour concourir à la formation de l'arcade palmaire superficielle et des artères des doigts, sa naissance de la cubitale paraît encore plus constante. Cette artère a donc été détachée du tronc principal de l'avant-bras pour escorter le nerf médian, comme l'ischiatique nous a paru faite pour accompagner le grand nerf sciatique. Les mêmes raisons n'existant pas à la jambe où il n'y a qu'un gros nerf à la partie postérieure, l'artère du nerf médian n'a point d'homologue à ce membre, ou plutôt elle y est virtuellement représentée par la tibiale postérieure elle-même, qui longe le nerf tibial postérieur.

La seconde artère sur laquelle nous avons à nous expliquer est la radio-palmaire.

Cette artère est extrêmement remarquable par la communication qu'elle établit entre la radiale et la cubitale, et qui complète l'arcade palmaire superficielle. Je lui donne pour homologue l'artère anastomotique transversale qui, à la partie inférieure de la jambe, unit la péronière à la tibiale postérieure. En voici les raisons : 1° Cette anastomose est extrêmement constante, et a frappé sous ce point de vue tous les anatomistes. 2° Elle unit deux artères de la jambe respectivement homologues des deux artères que la radio-palmaire unit à l'avant-bras. 3° Elle marche de la péronière à la tibiale, comme le prouvent sa direction, souvent un peu oblique, et ses anomalies. 4° Elle remplace, comme nous le verrons plus loin, l'arcade palmaire superficielle. Nous proposons de l'appeler artère *anastomotique péronéo-tibiale*.

A. COMPARAISON DES TRONCS ARTÉRIELS DU PIED ET DE LA MAIN. — Tous les anatomistes sans exception admettent encore aujourd'hui que la pédieuse a pour homologue la portion sus-carpienne de la radiale. C'est une erreur qui tient aux mêmes causes que celle qui a fait considérer le pouce comme l'homologue du gros orteil. On a confondu une ressemblance de forme et d'usage avec l'homologie ou la similitude organique ; en un mot, on a confondu la fonction avec l'organe. Dans la première partie de ce travail, nous avons prouvé que le gros orteil a pour homologues les deux derniers doigts, et le pouce les deux derniers orteils : il nous sera aussi facile de démontrer dans celle-ci que la pédieuse a pour homologue la portion sus-carpienne

de l'interosseuse, et que la radiale répond à la portion sus-tarsienne de la péronière. Pour cela il suffirait de rappeler que ces artères continuent celles de la jambe et de l'avant-bras. Mais nous préférons nous appuyer sur leurs connexions, leur forme et leurs anomalies. Afin d'être plus clair dans cette démonstration, j'ai fait représenter dans deux figures (fig. 1 et 2) la disposition normale des artères dorsales du pied et de la main qu'il s'agit de comparer.

TABLEAU XII.

HOMOLOGIE DES ARTÈRES DU PIED ET DE LA MAIN.	
TRONCS.	
Pédieuse.	Interosseuse sus-carpienne.
Péronière sus-tarsienne.	Radiale sus-carpienne.
Plantaire interne.	Arcade palmaire surperficielle.
Plantaire externe et arcade plantaire.	Arcade palmaire profonde.
BRANCHES.	
Dorsale du tarse.	Dorsale du carpe.
Dorsale du métatarse.	Dorsale du métacarpe.
Première interosseuse dorsale.	Quatrième et troisième interosseuses dorsales.
Deuxième interosseuse dorsale.	Deuxième interosseuse dorsale.
Troisième et quatrième interosseuses dorsales.	Première interosseuse dorsale.
Première perforante postérieure.	Quatrième et troisième perforantes.
Deuxième perforante.	Deuxième perforante.
Troisième et quatrième perforantes.	Première perforante.
Perforantes antérieures.	Oblitérées.
Collatérales dorsales.	Collatérales dorsales.
Oblitérées.	Branches digitales.
Interosseuses plantaires.	Interosseuses palmaires.
Collatérales plantaires.	Collatérales palmaires.
Collatérales du gros orteil.	Collatérales des deux derniers doigts.
Collatérales des deux derniers orteils.	Collatérales du pouce.

1° *Comparaison de la pédieuse et de l'interosseuse sus-carpienne.* — Le gros orteil étant l'homologue de l'annulaire et du petit doigt, il est évident que la pédieuse, qui se termine dans le premier espace interosseux, est l'homologue de l'interosseuse

antibrachiale qui se prolonge par le réseau sus-carpien jusqu'aux troisième et quatrième espaces interosseux : ainsi le veulent les connexions.

Dans les cas anormaux où la pédieuse est plus ou moins atrophiée ou rudimentaire, elle répète son homologue l'interosseuse.

Lorsque l'interosseuse est plus développée qu'à l'état normal, elle représente plus ou moins complétement la pédieuse. Nous avons cité des exemples de ces anomalies en parlant des artères de la jambe et de l'avant-bras.

Au point de vue de la forme, la pédieuse et l'interosseuse sus-carpienne ne diffèrent pas autant qu'il semblerait au premier abord : car, si le volume est différent, si le tronc de la pédieuse *a* (fig. 1) est unique, alors que l'interosseuse *a'* (fig. 2) se divise en deux branches, du moins la direction est la même, ainsi que la terminaison aux espaces interosseux. La pédieuse émet à angle presque droit la dorsale du tarse *e*; l'interosseuse s'anastomose sous un angle à peu près droit avec la transverse dorsale du car[illegible] '.

Concluons que la pédieuse a pour homologue la portion de l'interosseuse antibrachiale s'étendant à travers le réseau carpien jusqu'aux perforantes du quatrième et du troisième espaces intermétacarpien.

2° *Comparaison de la péronière sus-tarsienne et de la radiale sus-carpienne.* — L'homologie de la péronière et de la radiale se continue au pied et à la main, comme leurs connexions respectives. Il est remarquable que la péronière, dite postérieure, contourne l'extrémité inférieure du péroné pour gagner le dos du pied, comme la radiale contourne l'extrémité inférieure du radius pour se porter sur le dos de la main.

La forme de la radiale au carpe *c'* (fig. 2) est celle d'un tronc assez volumineux ; la forme de la péronière *c* (fig. 1) sur le tarse est constituée par deux branches dites péronière antérieure et péronière postérieure. La radiale gagne directement le premier espace interosseux, après avoir émis à angle droit la transverse dorsale du carpe *e'*; la péronière résoute en plusieurs rameaux vient tomber perpendiculairement sur la dorsale du tarse *e* et se continue par les rameaux de cette branche jusqu'aux derniers espaces intermétatarsiens. La ressemblance de forme est donc recevable.

Mais ce sont surtout les anomalies de ces artères qui sont dignes d'intérêt. Il en est une qui mérite particulièrement notre attention par sa fréquence et par la confirmation qu'elle apporte à la théorie que j'ai développée de l'homologie du pied et de la main. Je veux parler de l'anomalie dans laquelle la péronière antérieure très-volumineuse fournit la pédieuse. Il en est fait mention dans tous les traités d'anatomie ; M. Sappey la trouve si fréquente qu'il en a fait graver un spécimen intéressant dans son traité d'anatomie ; M. Dubreuil l'a observée quatre fois. Cette péronière anormale répète par son volume et sa direction la radiale sus-carpienne, ce qui atteste l'homologie de ces deux vaisseaux. Cette homologie entraîne celle du côté externe du pied avec le côté radial de la main, et conséquemment l'homologie des deux derniers orteils avec le pouce.

Afin qu'on saisisse mieux la ressemblance de cette péronière anormale avec la radiale sus-carpienne, j'ai fait reproduire une anomalie de ce genre tirée de l'atlas de M. Dubreuil, en regard d'une radiale normale (voy. fig. 2 et 3). En voici l'observation : « Sur un sujet mâle, dans la force de l'âge, et injecté pour les études anatomiques, la tibiale antérieure droite, partant d'un petit calibre, arrivée à l'extrémité inférieure de la jambe, n'apparaissait plus qu'à l'état de vestige. La tibiale postérieure n'était aussi que fort peu développée. En antagonisme avec les deux tibiales, la péronière avait acquis une capacité à peu près double de celle qui lui est habituelle ; parvenue au bas de la jambe, elle se divisait en deux branches, l'une postérieure, l'autre antérieure ; la première n'avait rien de particulier ; quant à l'antérieure, sa grosseur devait la faire considérer comme le prolongement du tronc péronier, traversant l'extrémité inférieure du ligament interosseux, se dirigeant sur l'extrémité inférieure du tibia, et croisant presque à angle droit l'articulation tibio-tarsienne ; le vaisseau poursuivait son trajet descendant et s'engageait sous le ligament dorsal du tarse ; la pédieuse, naissante alors, cheminait en bas, en avant et en dehors ; dans la seconde portion de son trajet..... la pédieuse se contournait en dedans » (1).....

Il suffit de jeter les yeux sur la figure 3 et de la comparer à la

(1) Dubreuil ; *loc. cit.*, p. 407.

figure 2 pour reconnaître, dans cette péronière-pédieuse, l'artère radiale carpienne et sa branche dorsale transverse.

La radiale, rudimentaire au poignet, peut être suppléée par l'interosseuse. Cette anomalie rappelle, sans aucun doute, le développement rudimentaire de la péronière et celui plus considérable de la pédieuse.

3° *Comparaison de la plantaire interne et de l'arcade palmaire superficielle.* — Mêmes connexions, partant homologie. Seulement la plantaire interne est moins développée que la branche de la cubitale qui forme l'arcade palmaire superficielle, laquelle n'existe pas au pied. Mais, chose bien remarquable, il n'y a pas d'arcade plantaire superficielle, et pourtant l'anastomose formée à la main par l'artère radio-palmaire a son homologue à la jambe, et cette homologue, à mon avis, est l'anastomose si constante formée par l'artère transversale péronéo-tibiale. Nous nous sommes expliqué déjà sur cette homologie à propos des artères de la jambe et de l'avant-bras. Nous ajouterons ici que la branche anastomotique péronéo-tibiale peut se développer anormalement et ressembler davantage à l'arcade palmaire superficielle. C'est ce qui a lieu dans l'anomalie suivante : « Au lieu de la branche anastomotique transversale, ou du moins au même endroit, on remarque parfois une branche de la péronière, qui passe au-devant de la tibiale postérieure pour gagner la malléole interne et qui remplace la malléolaire postérieure interne, provenant de la tibiale postérieure » (1). La malléolaire postérieure interne s'anastomosant avec la malléolaire antérieure interne, celle-ci avec la tarsienne interne, et cette dernière avec la plantaire interne, cela forme un courant qui va de la péronière à la plantaire interne et qui complète une véritable arcade plantaire superficielle.

Theile a cru retrouver l'arcade plantaire superficielle dans l'anomalie suivante : « Elle (la plantaire interne) forme, dit-il, avec des branches de la plantaire externe et du rameau anastomotique de la tibiale antérieure, une arcade plantaire superficielle incomplète, entre les muscles et l'aponévrose, arcade de laquelle le gros orteil et le second reçoivent des branches » (2).

(1) *Encycl. anat.*, t. III, p. 575.
(2) *Ibid.*, t. III, p. 576.

Cette anomalie me paraît constituer une première interosseuse plantaire à origine double, mais nullement une arcade plantaire superficielle qui doit provenir d'une anastomose avec la péronière. La véritable arcade plantaire superficielle est donc celle qui est formée par l'anastomose péronéo-tibiale, comme nous l'avons démontré.

4° *Comparaison de l'arcade plantaire et de l'arcade palmaire profonde.* — L'homologie de l'artère plantaire interne et de l'arcade plantaire avec l'arcade palmaire profonde est tellement évidente qu'elle est admise par tous les anatomistes.

B. COMPARAISON DES BRANCHES ARTÉRIELLES DU PIED ET DE LA MAIN.—Après tous les détails dans lesquels nous sommes entré, il serait superflu d'insister sur la démonstration des homologies des branches artérielles du pied et de la main, dont on trouvera le détail à notre 12e tableau. Nous nous bornerons à rappeler que les artères du gros orteil doivent être comparées à celles de l'annulaire et du petit doigt; les artères du second orteil à celles du médius, les artères du troisième à celles de l'index, enfin les artères des deux derniers orteils à celles du pouce. Ainsi le veulent les connexions pour les artères comme pour les os et les muscles.

HOMOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX.

Les détails dans lesquels je suis entré relativement au système artériel me permettent d'abréger ceux qui concernent le système nerveux.

Tout d'abord il me paraît utile de préciser le sens du mot connexion appliqué à ce système. Les nerfs des membres consistant en un assemblage de fibres primitives, qui s'étendent de la moelle épinière aux organes, les divers modes de connexions sont l'origine, le trajet et la terminaison de ces fibres. Le premier et le troisième sont les plus constants; ils nous serviront de guide principal dans la comparaison que nous allons faire. Quant au trajet, il varie beaucoup du membre pelvien au membre thoracique : l'association des fibres nerveuses y est très-différente ; les troncs et les branches considérés individuellement ne se répètent que d'une manière imparfaite; un tronc quelconque pris sur un membre répond en général à plu-

sieurs troncs de l'autre membre ; il en est de même des branches et des rameaux. Mais, si on compare les nerfs dans leurs éléments simples, c'est-à-dire en considérant surtout les fibres primitives, on arrive à établir pour le système nerveux une homologie aussi exacte et aussi complète que celle des autres systèmes.

TABLEAU XIII.

HOMOLOGIE DES NERFS DE LA HANCHE ET DE L'ÉPAULE.

TRONCS.	
Plexus sacré.	Plexus brachial.
Quatrième nerf lombaire (branche antérieure).	Premier nerf dorsal (branche antérieure).
Cinquième nerf lombaire.	Huitième nerf cervical.
Premier nerf sacré.	Septième nerf cervical.
Deuxième nerf sacré.	Sixième nerf cervical.
Troisième nerf sacré.	Cinquième nerf cervical.
Obturateur.	Trois premiers nerfs intercostaux, branches thoraciques antérieures et portion du musculo-cutané.
Crural.	Portion du radial et du musculo-cutané, cutané interne et son accessoire.
Grand sciatique.	Médian, cubital et portion du radial et du musculo-cutané.
BRANCHES.	
Inguinal interne.	Quatrième et troisième nerf intercostal.
Inguinal externe.	Troisième et deuxième nerf intercostal.
Rameaux iliaques (crural).	Nerfs sous-scapulaires (radial).
Fessier supérieur (plexus sacré).	Rameaux du sus-scapulaire, du circonflexe et nerf du grand dorsal (plexus brachial).
Nerf de l'obturateur interne et du jumeau supérieur.	Filets du sus-scapulaire.
Nerf du pyramidal.	Filet du sus-scapulaire.
Nerf du crural et du jumeau inférieur.	Filets du circonflexe et du sus-scapulaire.
Petit sciatique.	Partie du circonflexe.
Nerfs articulaires de la hanche (crural et plexus sacré).	Nerf articulaire de l'épaule (circonflexe).

A. COMPARAISON DU PLEXUS SACRÉ ET DU PLEXUS BRACHIAL. — La forme générale de ces plexus et surtout leurs connexions avec

la moelle, la colonne vertébrale et les organes des membres, établissent suffisamment leur homologie, mais il faut encore déterminer celle de leurs éléments. Je remarque d'abord que la branche antérieure du quatrième nerf lombaire est la première qui concourt à la formation du plexus sacré, comme le premier nerf dorsal est le dernier qui concourt à former le plexus brachial. Ces deux troncs sont donc homologues par ce motif et en vertu de la symétrie que nous savons exister entre les deux membres du même côté. Remarquons en effet leur direction symétrique ou en sens inverse. Les autres éléments se déterminant d'après le même principe, il en résulte que le cinquième nerf lombaire répond au huitième nerf cervical, et ainsi de suite jusqu'au troisième nerf sacré qui répond au cinquième nerf cervical. Une partie du troisième nerf sacré et le quatrième, qui entrent dans la constitution du plexus sacré, paraissent étrangers à la formation des nerfs du membre pelvien et destinés à former les branches viscérales du bassin. Ces deux paires, ainsi que la cinquième et la sixième paire sacrée, doivent donc être considérées comme les homologues rudimentaires ou atrophiées des quatre premières paires cervicales et de toutes les paires crâniennes.

L'obturateur ressemble à un nerf intercostal par sa forme, sa direction, son passage à travers le trou sous-pubien, et par ses anastomoses avec les nerfs de la cuisse. Seulement il est plus complexe ; il représente la réunion des trois premiers intercostaux, les branches thoraciques antérieures et quelques filets du musculo-cutané. Le crural est un tronc également complexe dont les fibres représentent celles de plusieurs troncs du bras ; il renferme en effet les fibres homologues de la portion brachiale du radial, de quelques fibres du musculo-cutané, et de celles du cutané interne et de son accessoire. Le grand nerf sciatique est encore plus compliqué ; il condense en un seul tronc toutes les fibres du médian, du cubital, une partie du musculo-cutané et la portion terminale du radial. Ainsi le grand sciatique est un assemblage de tout ou partie des quatre troncs principaux du bras. L'homologie de ces gros troncs nerveux est donc particulièrement fondée non sur le nombre et la composition définie des cordons qui les constituent, mais sur l'origine et la terminaison de leurs fibres primitives. C'est donc l'homologie de ces fibres qu'il faut surtout

déterminer. Toutefois la différence qu'on remarque entre les cordons nerveux des deux membres mis en parallèle n'altère pas, jusqu'à la faire méconnaître, la symétrie qui existe entre le grand sciatique placé en arrière du membre abdominal et les nerfs situés en avant du membre thoracique, entre le crural, placé en avant de la cuisse, et le radial qui rampe en arrière du bras.

Arrêtons-nous un instant sur les différences que nous venons de constater entre les gros troncs nerveux de l'épaule et ceux du bassin. Les gros nerfs du bassin, au nombre de trois, sortent isolément de cette cavité par trois ouvertures osseuses : le crural sort par le détroit supérieur, l'obturateur par le trou sous-pubien et le grand sciatique par le détroit inférieur; la branche horizontale du pubis et la branche de l'arcade du pubis, sans compter les parties molles, les isolent d'une manière complète. A l'épaule il n'en est pas de même : tous les troncs nerveux au nombre de cinq principaux sont réunis en un seul faisceau qui sort par la même ouverture, celle du détroit supérieur du bassin thoracique, c'est-à-dire au-dessous de l'apophyse coracoïde. Ce trajet répond exactement à celui du nerf crural, comme si le grand nerf sciatique et l'obturateur s'étaient réunis au crural pour sortir avec lui par le détroit supérieur. Cette concentration des nerfs du membre thoracique, comparée à l'écartement des nerfs du membre pelvien, est-elle liée à cette disposition de la clavicule qui, au lieu d'être soudée à l'omoplate, comme le pubis est soudé au reste de l'os des îles, est simplement articulée avec l'acromion et l'apophyse coracoïde? Je pose la question sans la résoudre.

B. Comparaison des branches nerveuses de la hanche et de l'épaule. — Je me bornerai à une remarque générale : Les branches nerveuses comme les troncs ne se répondent exactement que par une dissociation et une nouvelle combinaison de leurs fibres. Ainsi le nerf fessier supérieur répond à des rameaux provenant, l'un du sus-scapulaire, l'autre du circonflexe, un troisième du nerf du grand dorsal. Un organe peut également recevoir des nerfs de deux sources différentes, bien que son homologue n'en reçoive que d'une. Dans tous ces cas il faut considérer la fibre primitive plutôt que la branche.

A. Comparaison des nerfs de la cuisse et de la jambe avec les nerfs du bras et de l'avant-bras. — Les observations que nous venons de faire à l'occasion des nerfs de la hanche et de

l'épaule s'appliquant de tous points aux nerfs de la totalité du membre, nous ne nous arrêterons pas à discuter l'homologie des nerfs de la cuisse et du bras, de la jambe et de l'avant-bras. Les tableaux XIV et XV, auxquels je renvoie le lecteur, me paraissent suffisamment explicites.

TABLEAU XIV.

HOMOLOGIE DES NERFS DE LA CUISSE ET DU BRAS.

TRONCS.	
Crural.	Portion du radial et du musculo-cutané, cutané interne et son accessoire.
Grand sciatique.	Médian, cubital et portion du radial et du musculo-cutané.
BRANCHES.	
Rameau de l'obturateur externe (obturateur).	Branche du petit pectoral (plexus brachial).
Rameau du droit interne.	Oblitéré.
Rameaux de l'adducteur moyen (obturateur et crural).	Rameau du coraco-brachial (musculo-cutané).
Rameau du petit adducteur (obturateur).	Rameau de la courte portion du biceps.
Rameaux du grand adducteur (obturateur et grand sciatique).	Branche du grand pectoral (plexus brachial).
Filets anastomotiques de l'obturateur avec le crural.	Rameaux anastomotiques des intercostaux avec l'accessoire du cutané interne.
Musculo-cutané crural.	Nerf du grand rond et branches cutanées du radial et du cutané interne.
Accessoire du saphène interne.	Accessoire du cutané interne.
Branche de la gaine des vaisseaux fémoraux.	Filets des branches thoraciques et du cutané interne.
Nerf du pectiné.	Oblitéré.
Nerfs du triceps fémoral.	Nerfs du triceps brachial (radial).
Saphène interne.	Cutané interne.
Nerfs du biceps et du demi-tendineux (grand sciatique).	Nerf du biceps (musculo-cutané).
Nerf du demi-membraneux.	Nerf du brachial antérieur.
Rameaux fémoro-cutanés postérieurs (petit sciatique).	Rameau cutané de l'épaule (circonflexe).
Rameaux fémoro-cutanés, externes et supérieurs (inguinal externe et inguinal interne).	Rameaux brachio-cutanés des intercostaux.
Nerfs articulaires du genou (poplité interne).	Nerfs articulaires du coude (radial, cubital et médian).

TABLEAU XV.

HOMOLOGIE DES NERFS DE LA JAMBE ET DE L'AVANT-BRAS.

TRONCS.	
Poplité externe ou péronier.	Radial.
Poplité interne ou tibial.	Médian, cubital et cutané externe.
Saphène interne.	Cutané interne.
Saphène tibial.	Cutané externe.
Saphène péronier.	Nerf cutané brachial externe du radial.
Saphène externe (saphène tibial et saphène péronier anostomosés).	Branches anastomotiques du cutané externe et du nerf cutané bracial externe du radial.
Tibial antérieur.	Branche postérieure ou musculaire du radial.
Musculo-cutané.	Branche antérieure ou cutanée du radial.
BRANCHES.	
Cutanée péronière.	Rameaux du cutané brachial externe du radial.
Nerf du jambier antérieur (tibial antérieur).	Nerf du cubital postérieur (radial).
Nerf de l'extenseur commun des orteils.	Nerf de l'extenseur commun des doigts.
Nerf du péronier antérieur.	Nerfs du long abducteur et du court extenseur du pouce.
Nerf de l'extenseur propre du gros orteil.	Nerf de l'extenseur propre du petit doigt.
Nerf du pédieux.	Nerf du long extenseur du pouce et de l'extenseur propre de l'index.
Filet du long péronier latéral (musculo-cutané).	Rameau du premier radial externe.
Nerf du court péronier.	Rameau du second radial externe.
Nerf du jumeau interne (poplité interne).	Nerf du rond pronateur (médian).
Nerf du jumeau externe.	Nerf du long supinateur (radial).
Nerf du plantaire grêle.	Nerf du palmaire grêle (médian).
Nerfs du soléaire.	Nerfs du grand palmaire et du fléchisseur sublime.
Nerf du poplité.	Nerf du court supinateur (radial).
Nerf du jambier postérieur.	Nerf du cubital antérieur (cubital).
Nerf du long fléchisseur commun des orteils.	Nerf du fléchisseur profond (médian et cubital).
Nerf du long fléchisseur du gros orteil.	Nerf du long fléchisseur du pouce (médian).
Nerf de l'artère tibiale postérieure.	Nerf de l'artère cubitale (cubital).

TABLEAU XVI.

HOMOLOGIE DES NERFS DU PIED ET DE LA MAIN.

TRONCS.	
Saphène externe.	Branches anastomotiques du cutané externe et du nerf cutané brachial externe du radial.
Musculo-cutané.	Branche dorsale externe de la main (radial).
Branche satellite de l'artère pédieuse.	Rameau inter-osseux du radial.
Oblitérée.	Branche dorsale interne de la main (cubital).
Plantaire externe.	Partie externe du médian et du cubital.
Plantaire interne.	Partie interne du cubital et du médian.
BRANCHES.	
Collatéraux dorsaux des deux derniers orteils (saphène externe et rameau du musculo-cutané).	Collatéraux dorsaux du pouce (radial).
Collatéraux dorsaux des trois premiers orteils (musculo-cutané).	Collatéraux dorsaux de l'index et du médius (radial).
Oblitérés.	Collatéraux dorsaux de la branche cubitale.
Collatéraux dorsaux profonds des deux premiers orteils.	Oblitérés.
Anastomose du saphène externe avec le musculo-cutané.	Anastomose du cutané externe avec la branche digitale du radial.
Nerfs calcaniens internes (tibial).	Filet anastomotique du cubital et du cutané interne.
Rameau cutané plantaire.	Branche cutanée palmaire (médian).
Nerfs calcaniens externes (saphène externe).	Rameaux cutanés palmaires (cutané externe).
Nerf de l'abducteur du petit orteil (plantaire externe).	Nerf de l'abducteur du pouce (médian).
Nerf du court fléchisseur du petit orteil.	Nerf du court fléchisseur du pouce.
Nerfs de l'accessoire du long fléchisseur.	Nerf du carré pronateur.
Branche de tous les inter-osseux, abducteur oblique, abducteur transverse et des deux derniers lombricaux.	Branches de l'adducteur du pouce, de tous les inter-osseux et du premier lombrical (cubital et médian).
Nerf de l'abducteur du gros orteil (plantaire interne).	Nerf de l'abducteur du petit doigt (cubital).

TABLEAU XVI (Suite).

HOMOLOGIE DES NERFS DU PIED ET DE LA MAIN.	
BRANCHES (suite).	
Nerf du court fléchisseur du gros orteil.	Nerf du court fléchisseur du petit doigt.
Nerf du court fléchisseur commun des orteils.	Nerf du fléchisseur sublime (médian).
Nerfs des deux premiers lombricaux.	Nerfs des trois derniers lombricaux (cubital et médian).
Collatéraux plantaires des deux derniers orteils (plantaire externe et rameau du plantaire interne).	Collatéraux palmaires du pouce (médian).
Collatéraux plantaires des trois premiers orteils (plantaire interne).	Collatéraux palmaires des quatre derniers doigts (médian et cubital).

A. Comparaison des troncs nerveux du pied et de la main.—Les nerfs collatéraux dorsaux des orteils sont fournis par trois troncs secondaires ou branches qui viennent d'un même tronc : ce sont le saphène externe, le musculo-cutané et la branche interne et profonde du dos du pied, qui tous émanent du sciatique poplité externe ou nerf péronier. Tous ces nerfs sont sensitifs; cependant, selon la plupart des anatomistes, la branche interne et profonde du dos du pied, continuation du tibial antérieur, enverrait un ou deux filets au muscle premier inter-osseux dorsal. La contradiction des auteurs à ce sujet, et la singulière disposition de ce nerf, qui, en donnant des collatéraux profonds, semble faire double emploi avec les collatéraux superficiels, m'ont engagé à faire quelques recherches bibliographiques anatomiques et physiologiques à son endroit. Bichat, Meckel, Boyer, J. Cloquet, Valentin, Cruveilhier, admettent que ce nerf donne un ou plusieurs filets aux muscles inter-osseux dorsaux. Hirschfeld et Sappey au contraire n'en parlent pas. J'ai constaté sur mes préparations et sur celles que M. Lépine, aide-prosecteur de l'école, a faites à ma demande, que le nerf dont il s'agit envoie constamment un ou deux filets sur les enveloppes aponévrotiques du muscle premier inter-osseux dorsal, mais je ne les ai jamais vus pénétrer dans les interstices musculaires.

J'ai vu également un filet accompagner l'artère pédieuse jusque dans la plante du pied. L'anatomie nous autorise donc à admettre par induction que ces filets nerveux sont sensitifs et nullement moteurs ; si quelques-uns pénètrent le muscle, ils doivent être regardés comme des nerfs de sensibilité musculaire. L'expérience suivante a confirmé ces vues de l'induction :

Après avoir mouillé avec de l'eau salée la surface dorsale de mon pied droit correspondante au muscle premier inter-osseux dorsal, j'ai appliqué à cette surface les deux extrémités des réophores d'une pile de Bunsen assez faible, avec un courant d'induction. A chaque rupture du courant, il se manifestait une contraction dans le muscle, et le deuxième orteil était manifestement porté en dedans vers le gros orteil. L'action du muscle étant bien reconnue, j'ai porté les extrémités des réophores sur le trajet du nerf tibial antérieur, au niveau du coude-pied et à une distance suffisante du muscle inter-osseux. La rupture du courant ne produisit plus de contraction dans ce muscle, bien que cependant elle en produisît dans le muscle pédieux qui reçoit la branche externe et profonde de ce même nerf. Les quatre derniers orteils étaient légèrement étendus, chaque fois qu'on interrompait le courant, mais le second orteil n'était nullement porté par un mouvement d'abduction vers le premier. Cette expérience, décisive par la netteté de ses résultats, me permet de conclure que les filets de la branche interne et profonde du dos du pied, qui vont au muscle premier inter-osseux dorsal, ou qui accompagnent l'artère pédieuse dans la plante du pied, ne sont nullement moteurs, et par conséquent doivent être tenus pour sensitifs comme les autres filets qui forment les nerfs collatéraux.

Telles sont la disposition et les propriétés des nerfs collatéraux dorsaux du pied ; voyons celles des nerfs collatéraux dorsaux de la main.

Ceux-ci sont fournis par deux branches venant de deux troncs différents ; la branche dorsale interne de la main qui vient du cubital, et la branche dorsale externe qui émane du radial. Il ne peut y avoir le moindre doute sur les propriétés exclusivement sensitives de ces deux branches, qui ne fournissent qu'à la peau.

Nous sommes maintenant en mesure d'établir l'homologie de

tous ces nerfs. Les collatéraux émanés du saphène externe et du musculo-cutané, c'est-à-dire les collatéraux dorsaux superficiels de tous les orteils, sont représentés à la main exclusivement par les collatéraux de la branche dorsale externe qui vient du radial. En effet l'origine et les connexions de ces nerfs avec la partie externe du pied et de la main sont les mêmes. Les uns viennent du sciatique poplité externe ou péronier, les autres du radial son homologue.

Les collatéraux dorsaux du petit orteil et le collatéral dorsal externe du quatrième sont fournis par la saphène externe qui, provenant de la même origine que le musculo-cutané, en est pourtant distinct. Cette disposition anatomique est sans doute en rapport avec l'homologie spéciale de ces deux orteils, qui tendent à s'isoler de leurs congénères, comme leur homologue le pouce se sépare des autres doigts.

Le musculo-cutané fournit à tous les doigts internes du pied, tandis que la branche dorsale externe de la main, qui, à mon avis, est son homologue à l'exclusion de la branche interne, ne fournit qu'aux doigts externes jusqu'au médius. Cette sphère d'action plus étendue et plus interne dans un nerf que dans l'autre n'est pas plus incompréhensible pour les nerfs que pour les muscles ou les artères. Le muscle extenseur commun des orteils fournit des tendons aux quatre orteils externes; son homologue l'extenseur commun des doigts en fournit aux quatre doigts internes. Dira-t-on que l'extenseur commun des doigts a glissé vers la partie interne de la main et que les tendons se sont transposés? Nullement. On admettra l'oblitération des faisceaux externes et la formation nouvelle de faisceaux internes. Il en est de même pour les nerfs. Les collatéraux du gros orteil et le collatéral interne du deuxième sont pour le musculo-cutané, comparé à la branche dorsale externe de la main, comme une nouvelle formation. Du reste la différence entre ces deux branches n'est pas aussi grande qu'elle le paraît au premier abord. En examinant attentivement la branche en question du radial, on reconnaît qu'elle a une tendance à franchir la ligne moyenne du médius, et que parfois même elle fournit des branches collatérales à l'annulaire ; ce qui la rapproche beaucoup de son homologue du pied.

L'homologue de la branche interne et profonde du dos du pied est singulièrement réduite à la main, où les filets homolo-

gues des collatéraux profonds sont oblitérés; il n'y reste plus pour la représenter que le rameau inter-osseux du radial. C'est que l'existence de la branche interne et profonde du dos du pied, continuation du nerf tibial antérieur, se lie au développement de l'artère pédieuse. Les nerfs collatéraux profonds ne sont qu'un emprunt ou un détournement qu'elle a fait au préjudice des collatéraux superficiels; ces nerfs sont en effet en raison inverse les uns des autres. A la main, où l'homologue de la pédieuse, c'est-à-dire la portion sus-carpienne de l'artère inter-osseuse, est réduite à sa plus simple expression, le rameau inter-osseux du radial est grêle et s'arrête au métacarpe, comme la branche de l'inter-osseuse qu'il accompagne.

Du reste ce rameau inter-osseux du radial présente diverses particularités bien remarquables : 1° C'est de lui qu'émanent les filets qui se rendent aux muscles long extenseur du pouce et extenseur propre de l'index; ces filets sont donc les homologues du rameau externe et profond du dos du pied qui se rend au muscle pédieux homologue des deux muscles que je viens de nommer. 2° Devenu très-grêle, ce rameau descend jusque sur le carpe, en suivant la division externe de l'inter-osseuse, et se dirige un peu en dedans vers les deux derniers espaces inter-osseux pour fournir aux articulations carpiennes et carpo-métacarpiennes. Cette direction du nerf vers les deux derniers espaces inter-osseux de la main, mise en regard du trajet de son homologue sur le premier espace inter-osseux du pied, me paraît extrêmement caractéristique et confirmative de l'homologie que j'ai établie entre le gros orteil et les deux derniers doigts. 3° Ce nerf présente au niveau du carpe un renflement grisâtre plus remarquable que ceux d'aucun autre nerf, et qui a peut-être quelque rapport avec le développement plus considérable de son homologue, satellite de la pédieuse.

Quant à la branche dorsale interne de la main émanée du cubital, elle est oblitérée au membre inférieur. Peut-être les nerfs calcaniens internes en conservent-ils le vestige. Peut-être encore sont-ils réunis au plantaire interne.

Nous sommes arrivés aux nerfs plantaires et palmaires. Au premier abord il semble fort naturel de comparer le plantaire externe au cubital et le plantaire interne au médian. En effet le plantaire externe et le cubital ont la même disposition; une

branche superficielle qui fournit trois collatérales, et une branche musculaire profonde, etc. De même le plantaire interne et le médian fournissent chacun sept branches collatérales et quelques nerfs musculaires. Mais cette ressemblance apparente est la même que celle qui existe entre le pouce et le gros orteil; c'est une ressemblance physiologique, et nous avons démontré que cette similitude ne préjuge en rien l'identité homologique. Ici comme partout, c'est dans les connexions qu'il faut chercher l'homologie et nous allons voir que la ressemblance homologique est aussi satisfaisante que la ressemblance fonctionnelle. Il peut paraître singulier que je compare le plantaire externe à la moitié du médian réunie à la moitié du cubital. Rien n'est pourtant plus vrai et plus facile à concevoir. Séparez du médian les filets qui vont à l'index, au médius et à l'annulaire, et annexez aux collatéraux du pouce la branche profonde ou musculaire du cubital, vous avez transformé le médian en plantaire externe; et par le même coup vous avez transformé le cubital en plantaire interne. Vous pouvez encore, par un simple échange de filets entre le plantaire externe et le plantaire interne les transformer le premier en médian et le second en cubital. Ainsi, sans transposition d'organe et à l'aide du fil conducteur des connexions, s'établit, par un échange réciproque de filets nerveux, l'homologie des nerfs plantaires et palmaires. Cet échange n'est pas une hypothèse, c'est un fait dont je retrouve la trace et l'affirmation dans l'existence et la direction constante de l'anastomose si remarquable du cubital avec le médian, et de celle du plantaire externe avec le plantaire interne.

Il semble que les deux derniers doigts de la main reçoivent leurs nerfs collatéraux palmaires d'un tronc nerveux différent de celui qui fournit les collatéraux des autres doigts, pour mieux rappeler la composition binaire du gros orteil, leur homologue. La même remarque s'applique aux collatéraux plantaires des deux derniers orteils.

La distribution du système nerveux aux muscles de la main justifie la description que M. Cruveilhier a donnée du muscle adducteur du pouce, et le rapprochement qu'il en a fait des muscles inter-osseux; c'est une nouvelle démonstration de l'homologie que j'ai donnée de ces muscles.

Ma tâche est terminée et mon but, si je ne m'abuse, est

atteint : l'homologie des membres pelviens et thoraciques de l'homme est démontrée jusqu'à l'identité. La comparaison des systèmes osseux, musculaire, artériel et nerveux nous en a donné les preuves les plus complètes, auxquelles s'ajouteraient, s'il en était besoin, celles que donnerait certainement la comparaison des systèmes articulaire, aponévrotique, veineux et lymphatique.

Le membre pelvien et le membre thoracique sont donc deux modifications d'un même type. C'est un fait considérable que celui-là. Mais quand on recherche dans chaque membre la manière dont s'accomplissent les modifications de structure nécessitées pour les différences fonctionnelles, l'intérêt augmente dans des proportions énormes. En effet ces modifications n'ont point lieu d'un membre à l'autre brusquement et par transposition d'organe, mais avec le respect des connexions et l'art des transitions ménagées. On reconnaît dans l'organe considéré comme typique les dispositions soit normales, soit anormales qui préparent le changement, et dans l'organe modifié, les vestiges qui attestent le fait accompli. C'est une vérité qui ressort de tous les détails précédents et particulièrement de la comparaison du pied et de la main, telle qu'elle a été exposée et que nous allons la résumer.

Le pied pouvant être considéré à la fois comme type et répétition de la main, on se demande comment il peut être changé en main, ou la main en pied. Il semble au premier abord naturel de transformer le gros orteil en pouce ; mais ce changement serait une transposition, ces deux doigts n'occupant pas le même côté des membres ; et nous savons que les connexions sont toujours respectées. Dès lors la transformation s'effectue autrement, et, il faut le dire, d'une manière surprenante et en quelque sorte inattendue ; le gros orteil se divise en deux doigts qui seront les deux derniers de la main, tandis que le pouce sera constitué par la coalescence des deux derniers orteils. C'est ce que j'ai exprimé en disant que *le gros orteil est binaire et homologue des deux derniers doigts ; que le pouce est binaire et homologue des deux derniers orteils.* — Les dispositions préparatoires ou consommées qui, dans le pied et dans la main, attestent ces transformations, sont nombreuses et même surabondantes. Parmi les os, j'ai plus particulièrement insisté sur les connexions, le volume et la forme du premier métatarsien

et du premier métacarpien, sur leurs anomalies par division dans les cas de pied et de main sexdigitaire, sur l'os sésamoïde de l'articulation interphalangienne du pouce et du gros orteil, etc. La longueur relative des orteils se retrouve encore dans la longueur relative des doigts. En faisant abstraction du cinquième orteil et du cinquième doigt qui disparaissent par coalescence avec le voisin, les orteils ont la même longueur respective que leurs homologues de la main; ce qui donne, en commençant par les plus longs pour finir pas les plus courts: deuxième orteil et médius, premier et annulaire, troisième et index, quatrième et pouce.

Parmi les dispositions musculaires du pied et de la main qui préparent ou attestent la transformation de ces organes, il n'en est aucune qu'on ne puisse citer; je rappellerai surtout la disposition des inter-osseux, signalée par M. Cruveilhier, autour d'un axe fictif passant par le deuxième orteil au pied et par le médius à la main; l'existence du péronier antérieur qui, sans usage au pied, est évidemment une répétition préparatoire du muscle long abducteur et court extenseur du pouce; celle de l'extenseur propre du petit doigt, vestige de l'extenseur propre du gros orteil; l'abducteur oblique et l'abducteur transverse du gros orteil, qui attestent sa composition binaire, etc. Mais je signalerai comme digne d'une attention toute particulière le tendon de communication du long fléchisseur propre du gros orteil avec le long fléchisseur commun, tendon par lequel il donne des faisceaux aux orteils externes pour préparer la migration au côté externe de la main du long fléchisseur propre du pouce, son homologue. De son côté, le long fléchisseur propre du pouce présente souvent un petit tendon nacré qui se perd sur la gaîne muqueuse du poignet, et qui tend à rappeler la disposition de son homologue du pied.

Les dispositions artérielles ne sont pas moins remarquables; je rappellerai particulièrement le système d'anastomose des artères du dos du pied et de la main : d'une part la pédieuse et la péronière s'anastomosent par les perforantes avec l'arcade plantaire, et entre elles par la dorsale du tarse et la dorsale du métatarse; d'autre part l'inter-osseuse et la radiale s'anostomosent avec l'arcade palmaire profonde par les perforantes et entre elles par la dorsale du carpe et la dorsale du métacarpe. Je signalerai surtout l'anomalie de la péronière donnant la pé-

dieuse, et répétant la disposition de la radiale sus-carpienne. (V. fig. 3).

Enfin parmi les dispositions du système nerveux, je citerai l'anastomose du plantaire externe et du plantaire interne qui préparent l'échange des filets, nécessaire pour transformer ces deux nerfs en médian et en cubital. Je rappellerai que les nerfs collatéraux, soit plantaires soit dorsaux, des deux derniers orteils viennent de troncs séparés, parce que les doigts homologues sont destinés à une coalescence qui formera le pouce; qu'à la main le nerf inter-osseux dorsal accompagne l'artère inter-osseuse sur le dos du carpe et se dirige vers le troisième espace inter-métacarpien, parce qu'il est le vestige de la branche interne et profonde du dos du pied qui est satellite de l'artère pédieuse, et qui donne les collatéraux dorsaux profonds placés dans le premier espace intermétatarsien.

De cet exposé je conclus que le pied et la main sont homologues; que l'homologie est *symétrique* entre le pied et la main du même côté; qu'elle est *directe* entre le pied et la main de côtés opposés; que le type sur lequel sont construits les segments terminaux des membres est à six doigts, ramenés à cinq par la coalescence de deux d'entre eux, des deux externes pour la main, des deux internes pour le pied.

A un point de vue plus général, je conclus pour les organes homologues, comme Geoffroy Saint-Hilaire a conclu pour les organes analogues, qu'ils peuvent être asservis à des fonctions différentes et recevoir, comme une cire molle, des formes diverses, tout en conservant le type et les connexions.

On peut donc conclure que le pied et la main sont homologues, en d'autres termes, qu'ils sont deux variétés d'un même type.

Ainsi l'homologie s'affirme de plus en plus par des faits, elle éclaire la physiologie, elle simplifie l'anatomie comparée, elle fait la synthèse de l'anatomie tout entière. Vicq-d'Azyr en avait compris toute la portée, lorqu'il a dit, dans son immortel mémoire, que la nature a imprimé à tous les êtres « la constance dans le type et la variété dans les modifications. »

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

HOMOLOGIE DES ARTÈRES DU DOS DU PIED ET DE LA MAIN.

(Les mêmes lettres désignent les parties homologues dans les trois figures).

Fig. 1.

Artères normales du dos du pied droit.

a, pédieuse.
b, première perforante.
c, péronière sus-tarsienne.
d, troisième et quatrième perforantes.
e, dorsale du tarse.
f, dorsale du métatarse.

Fig. 2.

Artères normales du dos de la main gauche.

a', inter-osseuse sus-carpienne.
b', quatrième et troisième perforantes.
c', radiale sus-carpienne.
d', première perforante.
e', dorsale du carpe.
f', dorsale du métacarpe.

Fig. 3.

(Tirée de l'atlas des anomalies artérielles de M. Dubreuil).

Anomalie de la péronière donnant la pédieuse. Il suffit de comparer cette figure à la précédente pour constater que la péronière sus-tarsienne répète la radiale sus-carpienne.

c'', péronière répétant la radiale *c'*.
e'', dorsale du tarse répétant la dorsale du carpe *e'*, et servant de passage à la péronière pour former la pédieuse.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

RÉUNION BOUT A BOUT DE NERFS

DE FONCTIONS DIFFÉRENTES

PAR MM.

J.-M. PHILIPEAUX

Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle

ET

A. VULPIAN

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Ce sont des expériences sur la réunion bout à bout des nerfs de fonctions différentes qui nous ont inspiré l'idée de faire des recherches sur la question de la régénération des nerfs séparés

des centres nerveux (1). Nous avions essayé, à l'exemple de M. Flourens, d'obtenir la réunion du nerf pneumogastrique avec un autre nerf, et nous avions choisi le nerf hypoglosse. Sur un chien, le bout périphérique d'un des nerfs hypoglosses avait été réuni, à l'aide d'un point de suture, au bout central du nerf pneumogastrique du même côté. Deux mois après l'opération l'animal mourut : l'examen microscopique du bout périphérique du nerf hypoglosse montra qu'il contenait un nombre considérable de tubes nerveux complets, plus grêles que les tubes nerveux normaux et qui semblaient avoir été produits par une régénération récente. Cette régénération si rapide nous parut très-intéressante, mais pour qu'elle pût être attribuée sans réserves à l'influence du centre nerveux transmise par le bout central du nerf pneumogastrique, il fallait avoir la certitude que la régénération d'un bout nerveux périphérique privé de toutes connexions avec le centre nerveux est tout à fait impossible. Si un bout nerveux périphérique peut, dans ces dernières conditions, se régénérer de lui-même, sur place, sans aucune impulsion émanée des parties centrales du système nerveux, les résultats que nous avions observés n'avaient plus la même valeur et ne pouvaient plus avoir de signification que par la comparaison de la rapidité et de l'étendue de la régénération dans les deux cas, c'est-à-dire lorsque le bout périphérique est isolé et lorsqu'il est au contraire réuni à un bout nerveux central appartenant à un nerf de fonctions différentes. C'est le désir de résoudre cette difficulté qui nous fit entreprendre une longue série de recherches au moyen desquelles nous arrivâmes à constater que des bouts nerveux, séparés des parties centrales du système nerveux, se régénèrent plus ou moins complètement après avoir subi une entière dégénération et recouvrent en même temps, d'une façon tout à fait indépendante, leur excitabilité motrice, après l'avoir perdue pendant un temps plus ou moins long.

Détournés ainsi, presque complétement et pendant longtemps de nos études sur les réunions bout à bout des nerfs de fonctions différentes, nous les avons reprises dès que cela nous a été possible : le travail que nous publions aujourd'hui a pour

(1) *Recherches expérimentales sur la régénération des nerfs séparés de centres nerveux*. Mém. de la Société de biologie; 1859, p. 343.

but de faire connaître les résultats que nous avons obtenus, et dont un court résumé a été communiqué à l'Académie des Sciences il y a plus d'un an (1).

Nous diviserons notre Mémoire en trois parties. Dans la première partie, nous étudierons les réunions bout à bout des nerfs mixtes de fonctions différentes; dans la seconde, nous traiterons des réunions bout à bout des nerfs sensitifs avec les nerfs moteurs, et nous exposerons dans la troisième partie les conséquences qui peuvent être tirées de nos recherches, relativement à la physiologie générale du système nerveux.

PREMIÈRE PARTIE.

DE LA RÉUNION BOUT A BOUT DES NERFS MIXTES DE FONCTIONS DIFFÉRENTES.

Le premier physiologiste qui ait étudié avec suite l'importante question de la reproduction des nerfs est l'un des plus célèbres expérimentateurs du siècle dernier, Fontana (2). Il fut conduit à faire des expériences sur ce sujet, pendant qu'il était à Londres, par l'examen d'une pièce que lui montra Cruikshank, alors préparateur de Hunter. Cruikshank avait enlevé sur un chien un segment d'un nerf de la huitième paire, d'une longueur d'un pouce, et la pièce qu'il avait conservée montrait que ce segment s'était reproduit. Il avait même coupé sur d'autres animaux les deux nerfs de la huitième paire et les deux intercostaux (cordons cervicaux du grand sympathique), en laissant un intervalle de dix-huit à vingt jours entre les deux opérations, et il avait vu ces nerfs se reproduire. Fontana admit que ces faits de Cruikshank démontraient bien la réunion des nerfs sur lesquels on avait pratiqué une section ou une excision, mais ce qui lui parut rester douteux, c'est « si ces nerfs reviennent à former une continuité de vraie substance nerveuse et médullaire comme auparavant et s'ils continuent d'exécuter les fonctions ordinaires des nerfs. »

Il fit, pour résoudre cette difficulté, de nombreuses expé-

(1) *Recherches sur la réunion bout à bout des fibres nerveuses avec les fibres nerveuses motrices.* Comptes rendus de l'Académie des sciences, 5 janvier 1863.

(2) *Traité sur le venin de la vipère*, etc. Florence, 1781 ; T. II, p. 177 et suivantes.

riences sur des lapins. Dans aucun des cas où il avait coupé le nerf sciatique il ne vit de vraie reproduction nerveuse. Au contraire, il constata de la façon la plus nette la reproduction de segments excisés sur les nerfs de la huitième paire, et il a représenté la partie reproduite, vue à divers grossissements (Pl. VII, fig. 3, 4, 5). Il a vu les cylindres nerveux primitifs passer d'un des bouts du nerf à l'autre.

Les expériences de Fontana établirent qu'il se fait une réunion, au moyen d'un véritable tissu nerveux, entre deux bouts nerveux séparés l'un de l'autre par une simple section ou par l'excision d'un segment de plusieurs lignes de longueur. Mais ce physiologiste ne put pas faire voir que, lorsque la réunion s'est effectuée, la fonction du nerf se rétablit, ou même que les excitations pratiquées sur un des bouts se transmettent à l'autre bout. Il regrette de n'avoir pas pu, faute de temps, instituer une expérience qui aurait évidemment jeté le plus grand jour sur ce côté de la question. Il aurait coupé un nerf phrénique chez un animal, et s'il y avait eu une réunion parfaite, avec continuité véritable de la substance du nerf, on devait voir, dit-il, en irritant le nerf au-dessus de la section, le diaphragme se contracter.

La lacune laissée par Fontana fut comblée par M. Flourens (1). Il montra que la communication des irritations se rétablit parfaitement dans tout le trajet des nerfs réunis et que la fonction reparaît plus ou moins complétement dans ces nerfs.

Mais M. Flourens alla bien plus loin, et, le premier, il chercha à obtenir la réunion de nerfs d'origine différente (2).

Sur un coq, M. Flourens avait coupé les deux nerfs principaux de l'aile et les avait joints, de telle sorte que le bout périphérique de l'un correspondait au bout central de l'autre : les bouts ainsi croisés avaient été maintenus en rapport par un point de suture. Quelques mois après l'opération, le coq avait repris l'usage de son aile : les nerfs furent mis à nu et furent trouvés réunis dans l'ordre nouveau créé par l'expérience. L'irritation des bouts périphériques produisait de la

(1) *Expériences sur la réunion des nerfs.* Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. 2e édit., p. 260 et suivantes.

(2) *Loc. cit.*, p. 272 et suiv.

douleur; l'irritation du bout central d'un des nerfs se transmettait au bout périphérique de l'autre nerf et déterminait des contractions dans les muscles auxquels se distribuait ce bout périphérique.

Dans ce cas, les deux nerfs réunis l'un à l'autre étaient peu différents l'un de l'autre par leur origine et par leur fonction. Il n'en était pas de même dans les cas où M. Flourens réunissait le nerf pneumogastrique au cinquième nerf cervical du même côté. Or, ici encore, les nerfs rapprochés demeurèrent unis l'un à l'autre; mais la fonction du nerf pneumogastrique ne se rétablit point, car lorsque l'on coupait l'autre pneumogastrique au bout de quelques mois, les animaux mouraient peu de jours après cette seconde opération.

M. Flourens, dans son résumé, dit en parlant de toutes les expériences qu'il a faites sur la réunion des nerfs : « Dans tous « ces cas, la communication des irritations, par les points « réunis, se rétablit en entier; et il y a de nouveau ainsi con- « tinuité de vie et d'action dans le nerf, comme continuité de « tissu. » Cependant comme il n'est pas fait mention de cette communication des irritations à propos des faits particuliers relatifs à l'union du nerf pneumogastrique au cinquième nerf cervical, des physiologistes ont conservé certains doutes sur ce point, et ont même placé ces expériences de M. Flourens au nombre de leurs arguments contre la possibilité de réunir entre elles d'une façon complète les fibres nerveuses de fonctions différentes. De nouvelles expériences n'étaient donc pas inutiles, et c'est ce qui nous a poussé à tenter d'obtenir, comme M. Flourens, la réunion du nerf pneumogastrique avec un autre nerf. Nous avons choisi le nerf hypoglosse, parce que l'opération nous a paru plus facile, et parce que nous avons pensé que l'on pourrait plus aisément constater, une fois la réunion achevée, le passage des excitations d'un des bouts nerveux à l'autre bout.

Nous avons donc réuni sur plusieurs animaux (chiens), soit le bout central du nerf hypoglosse avec le bout périphérique du nerf pneumogastrique (six expériences), soit, en sens inverse, le bout central du pneumogastrique avec le bout périphérique du nerf hypoglosse (trente-cinq expériences). Chez les chiens de la première série, nous enlevions un très-long segment des deux bouts qui devaient être tenus écartés de la réunion : chez

les animaux de la seconde série, nous nous étions borné dans les premiers temps à la même précaution; plus tard, pour rendre les conditions de l'expérience encore plus rigoureuses, nous extirpions par avulsion le bout central de l'hypoglosse avec ses racines bulbaires. Un très-grand nombre de nos animaux sont morts avant l'époque où nous devions les examiner, et avant que le travail de réunion fût assez avancé pour permettre la transmission des excitations de l'un des bouts à l'autre.

Nous avons cité dans notre travail sur la régénération autogénique des nerfs (1) plusieurs expériences de réunion entre le bout central du nerf pneumogastrique et le bout périphérique du nerf hypoglosse. Dans le premier cas, nous n'avons pu étudier l'état de la réunion qu'après la mort. Or, bien qu'il ne se fût écoulé que deux mois entre le jour de l'opération et celui de la mort, on a constaté une régénération déjà considérable des fibres nerveuses du bout périphérique de l'hypoglosse. Cette régénération était bien plus avancée qu'elle ne l'est à la même époque dans les cas où cette même partie du nerf hypoglosse est demeurée isolée du centre nerveux. Nous avons reconnu maintes fois depuis qu'il en est toujours ainsi. On peut donc inférer de là que l'influence régénératrice des parties centrales du système nerveux peut être transmise au bout périphérique d'un nerf par le bout central d'un nerf de fonctions différentes.

Dans le dernier des cas cités dans notre travail nous avons pu examiner la réunion pendant la vie de l'animal. Il y avait alors cinquante-sept jours que l'opération avait été faite. En galvanisant le bout central du nerf vague, tenu éloigné autant que possible des tissus sous-jacents, on a vu se produire des mouvements très-manifestes dans la moitié correspondante de la langue.

Voici un autre fait analogue que nous avons observé récemment, et qui nous a paru mériter d'être relaté parce qu'il montre bien clairement la communication des irritations du nerf pneumogastrique au nerf hypoglosse, et, de plus, parce qu'il présente certaines circonstances remarquables afférentes à notre sujet.

(1) *Loc. cit.*, p. 7 et 58.

Exp. I. — *Réunion du bout central du nerf pneumogastrique au bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 28 septembre 1863, on réunit sur un chien âgé de cinq mois environ, le bout périphérique du nerf hypoglosse du côté droit avec le bout central du nerf pneumogastrique du côté correspondant. On arrache toute la portion centrale du nerf hypoglosse avec ses racines bulbaires, et l'on excise un assez long segment du bout périphérique du nerf pneumogastrique.

Le 2 janvier 1864, on examine les nerfs qu'on a cherché à réunir. Avant de préparer les nerfs, on reconnaît que la pupille du côté droit est encore beaucoup plus étroite que celle du côté gauche, et que l'oreille droite est plus chaude que l'oreille gauche. On met à nu d'abord le bout périphérique du nerf hypoglosse. Ce nerf a une coloration grisâtre, qui paraît très-marquée surtout quand on la compare à la couleur blanche du nerf lingual voisin. On passe sous ce nerf un tube de verre, puis on galvanise (avec l'appareil de Gaiffe) la partie du nerf ainsi soulevée. Il y a une douleur assez vive et des mouvements des muscles de la région sus-hyoïdienne. En même temps, on constate de la façon la plus nette un agrandissement de la pupille, agrandissement qui donne à son diamètre le double de la largeur primitive.

Sans disséquer la réunion, on met alors à nu le bout central du nerf pneumogastrique, lequel se rend évidemment vers l'extrémité du bout périphérique de l'hypoglosse. On passe un tube de verre sous le bout central du pneumogastrique, puis on excite mécaniquement ce nerf en passant en travers l'extrémité mousse d'une pince. On a ouvert la gueule de l'animal pour bien voir la langue. A chaque excitation, il y a un mouvement très-prononcé, borné à la moitié correspondante de la langue.

Après avoir constaté ces effets à plusieurs reprises, on coupe le bout périphérique du nerf hypoglosse le plus loin possible de la réunion; puis, le soulevant par son extrémité coupée de façon qu'il ne touche plus la langue que par sa partie la plus rapprochée du lieu de la réunion, on le galvanise le plus loin possible de ce lieu de réunion. On observe encore à chaque fois de la douleur et un mouvement d'écartement des paupières, une légère propulsion du globe oculaire, et en même temps une dilatation de la pupille, dilatation aussi marquée que lors des premiers essais. Ces effets, de même qu'alors, ne sont pas instantanés, mais sont progressifs et n'atteignent leur maximum qu'après quelques instants de galvanisation.

On galvanise alors avec le même courant les parties musculaires situées à un ou deux centimètres en avant ou sur les côtés du nerf hypoglosse. Il y a une douleur bien plus vive que lorsque l'on galvanisait le bout détaché de l'hypoglosse, mais il n'y a pas d'agrandissement de la pupille.

Lorsqu'on galvanise le bout central du pneumogastrique soulevé sur un tube de verre, les effets oculo-pupillaires sont bien plus marqués que lorsque l'on galvanise le bout périphérique de l'hypoglosse; la dilatation pupillaire se fait plus largement, etc. Il y a, en même temps, des efforts de vomissement, et la galvanisation plusieurs fois répétée détermine une sorte d'état syncopal, avec ralentissement considérable des battements du cœur.

On coupe le nerf lingual du côté droit, et on le pince; il y a un léger mouvement de la moitié correspondante de la langue : ce mouvement est

de beaucoup plus faible que celui qu'on produisait en excitant mécaniquement le bout central du pneumogastrique.

Ce chien meurt pendant la nuit du 2 au 3 janvier 1864.

Le 3 janvier, on étudie l'état de la réunion et des nerfs qui la constituent. On commence par rechercher le ganglion cervical supérieur et le tronc du grand sympathique cervical entre ce ganglion et le point où il s'accole intimement au pneumogastrique. On excise le nerf sympathique et une partie du ganglion cervical. Il est aisé de voir que ce nerf a une teinte grisâtre très-prononcée, bien différente de la teinte blanche du même nerf du côté opposé.

L'examen microscopique du grand sympathique cervical du côté opéré, permet de constater qu'il n'y a plus de granulations graisseuses; il y a encore des tubes vides; mais il y a un nombre bien plus considérable de tubes nerveux restaurés, grêles pour la plupart, à double bord peu foncé. Plusieurs d'entre eux deviennent variqueux dans les préparations.

Le grand sympathique du côté gauche (côté sain) offre des faisceaux de tubes nerveux serrés les uns contre les autres, très-analogues aux tubes nerveux des nerfs cérébro-spinaux, relativement à leur disposition et sous tous les autres rapports.

Les ganglions cervicaux sont semblables des deux côtés. Le bout central du nerf pneumogastrique est bien réuni au bout périphérique du nerf hypoglosse. Le pneumogastrique offre un renflement assez volumineux et prolongé, à l'endroit où il vient s'unir à l'hypoglosse. Le bout périphérique de l'hypoglosse contient des tubes nerveux vides; mais il y a un nombre plus considérable de tubes nerveux restaurés, lesquels n'ont pas encore le diamètre normal, mais qui ont des bords foncés, et diffèrent par là des tubes nerveux restaurés du grand sympathique cervical. Il y a encore de très-rares et très-fines granulations séparées par de grands intervalles.

Le bout périphérique du nerf pneumogastrique se termine à deux centimètres environ du lieu de la réunion par un renflement peu volumineux, lequel se prolonge sous forme d'un tractus grisâtre. Ce tractus, beaucoup moins volumineux que le pneumogastrique, se dirige obliquement de bas en haut et d'arrière en avant vers le lieu de la réunion. Il diminue beaucoup de diamètre à un demi-centimètre du bord inférieur de la réunion. On dirait, toutefois, que quelques fibres formant un mince filet se prolongent jusqu'à la réunion; un filament grêle semblerait même, après avoir atteint le renflement de l'extrémité du bout central du nerf vague, se recourber d'avant en arrière pour remonter vers le centre avec ce bout. L'examen de ce filament montre qu'il ne contient que de très-rares tubes nerveux. Le tractus qui prolonge le bout périphérique du nerf vague, contient, au contraire, de très-nombreux tubes nerveux, jeunes, grêles, à bords peu foncés.

L'examen du bout inférieur du pneumogastrique, séparé du cordon sympathique avec soin, ou bien pris à son entrée dans le thorax, là où ce cordon l'abandonne, fait voir qu'il y a encore de rares granulations en très-courtes séries linéaires et très-distantes les unes des autres. Le nerf se compose de tubes nerveux vides en très-grande majorité et de très-rares tubes nerveux restaurés. Il y a des points où, dans un champ microscopique (obj. 7.

Oberhaeuser), on n'en compte que deux ou trois. Ce nerf est certainement bien moins avancé dans sa restauration que le bout périphérique de l'hypoglosse et que le bout supérieur, ou périphérique, du cordon sympathique cervical.

Le bout central du nerf pneumogastrique, dans cette expérience, avait été réuni au bout périphérique du nerf hypoglosse chez un chien âgé de 5 mois. L'examen des nerfs réunis a été fait au bout de trois mois et quelques jours.

Dans ce cas, nous avions extirpé par avulsion toute la partie centrale du nerf hypoglosse avec ses racines bulbaires. Pour irriter le bout central du pneumogastrique, nous avons fait usage d'excitations mécaniques, et nous avons vu des mouvements se manifester dans la moitié correspodante de la langue. Or, il faut bien noter qu'il n'y a pas à invoquer ici une action réflexe comme on pourrait le faire dans les cas où le bout central de l'hypoglosse n'est pas arraché et peut fournir encore quelques rameaux à la langue. Chez le chien en question, les mouvements de la langue ne pouvaient être déterminés que par le passage de l'excitation des fibres nerveuses du nerf pneumogastrique aux fibres nerveuses du bout périphérique du nerf hypoglosse. De même les douleurs provoquées par la galvanisation du bout périphérique du nerf hypoglosse (1) étaient bien dues à la transmission de cette excitation au bout central du nerf pneumogastrique. Cette transmission se faisait-elle par les fibres sensitives seules du nerf hypoglosse (2), ou bien avaient-elles lieu en même temps par ces fibres, et par les fibres motrices? Nos expériences nous ayant montré, comme nous le verrons plus loin, que les excitations produites sur un point quelconque d'une fibre nerveuse, se propagent en même temps dans les deux sens, centripète et centrifuge, nous penchons vers la seconde manière de voir, sans pouvoir toutefois nous appuyer sur aucune preuve décisive.

(1) Nous parlons ici des résultats de la galvanisation pratiquée sur le bout périphérique, détaché par une section complète de son extrémité linguale et ne communiquant plus avec le centre nerveux que par l'intermédiaire du bout central du nerf vague. La douleur produite ne pouvait plus, dans ces conditions, être attribuée à des phénomènes de sensibilité récurrente.

(2) Le nerf hypoglosse contient un certain nombre de fibres nerveuses sensitives, les unes récurrentes, les autres directes, provenant les unes et les autres, pour la plupart, d'anastomoses. Chez le chien et d'autres animaux, l'hypoglosse ayant une petite racine postérieure, est probablement sensitif dès son origine.

Cette expérience a offert une autre particularité qui doit être signalée d'une façon toute particulière. La galvanisation du bout périphérique de l'hypoglosse (1), soit avant, soit après qu'on eut détaché ce bout de son extrémité linguale, a déterminé une dilatation très-marquée de la pupille du côté correspondant, en même temps qu'un écartement plus grand des paupières et une saillie notable du globe oculaire; en un mot, sous l'influence de cette galvanisation, on a constaté les principaux effets de la galvanisation du cordon cervical du grand sympathique. On sait que, chez certains animaux, chez le chien entre autres, le cordon cervical du grand sympathique est accolé d'une manière intime, dans presque tout son trajet le long du cou, au nerf pneumogastrique. Dans notre expérience, le bout périphérique du nerf hypoglosse était donc réuni non-seulement au nerf vague, mais en même temps au cordon cervical du grand sympathique. Seulement tandis que le bout du pneumogastrique concourant à la réunion est le bout central de ce nerf, la partie du cordon cervical du grand sympathique, accolée au pneumogastrique et réunie aussi au bout périphérique du nerf hypoglosse, est la partie périphérique de ce cordon. Cette partie périphérique du sympathique cervical s'était d'abord altérée dans toute sa longueur : c'est là une suite constante de la section de ce cordon, tout aussi bien que lorsqu'il s'agit d'un nerf de l'appareil cérébro-spinal. Puis ce cordon avait subi une régénération déjà très-avancée au moment où l'on a examiné le chien. C'est à ce cordon régénéré que se transmettaient les excitations du bout périphérique du nerf hypoglosse, et c'est ainsi que ces excitations amenaient la dilatation de la pupille, la saillie de l'œil, etc. (2). Ces phénomènes étaient bien moins marqués que lorsqu'on galvanisait le cordon cervical du grand sympathique au niveau du bout central du nerf pneumo-

(1) Pour pratiquer cette galvanisation, nous avons cherché à affaiblir, autant que faire se peut, l'influence des courants dérivés. Les deux pôles étaient très-rapprochés l'un de l'autre et placés à une grande distance du lieu de la réunion. Le nerf, avant d'être coupé, était complétement soulevé sur un assez gros tube de verre : après la section qui le séparait de son extrémité linguale, le tronçon nerveux de l'hypoglosse était tenu aussi écarté que possible des tissus; on le dressait presque verticalement, et on le galvanisait le plus loin possible de la réunion, les deux pôles étant encore très-rapprochés l'un de l'autre.

(2) Nous n'avons pas cherché à l'aide du thermomètre si ces excitations avaient aussi pour effet une diminution de la chaleur de l'oreille; la palpation n'a pas fait saisir un refroidissement sensible.

gastrique en même temps que ce bout; mais il est clair que la réunion était encore assez imparfaite, et que les excitations devaient avoir quelque peine à franchir le point de coalescence des bouts affrontés.

Une difficulté se présente ici. Comment le bout périphérique du cordon cervical du grand sympathique s'est-il régénéré? Est-ce de lui-même, par régénération autogénique? Mais il s'agit d'un animal qui avait cinq mois au moment de l'opération et qui a été examiné trois mois plus tard. La régénération du grand sympathique nous paraît trop avancée pour avoir pu, dans ce cas, se faire sans influence adjuvante. Or, on peut voir dans la relation de cette expérience, qu'il y avait un tractus de fibres nerveuses de nouvelle formation allant du bout périphérique du nerf pneumogastrique et en même temps du bout central du grand sympathique au lieu de la réunion. C'est à ce tractus et à l'influence que le bout central du cordon cervical du grand sympathique pouvait exercer par son intermédiaire que l'on doit, croyons-nous, attribuer en grande partie la régénération du bout périphérique de ce cordon.

Quoi qu'il en soit, il est bien certain que le bout périphérique du nerf hypoglosse s'était mis en communication avec le bout périphérique du cordon cervical du grand sympathique et qu'il y avait transmission des excitations du premier bout au second.

On pourrait, il est vrai, se demander encore si les fibres du bout périphérique du cordon cervical du grand sympathique ne sont pas entrées exclusivement en relation avec les fibres sympathiques (vaso-motrices) contenues dans le bout périphérique du nerf hypoglosse. Mais ces fibres sympathiques sont peu nombreuses, et il ne semble pas que les effets oculo-pupillaires si manifestes, observés dans notre expérience, puissent être expliqués entièrement au moyen de cette hypothèse.

En résumé, on peut tirer de cette expérience les conséquences suivantes :

1° Les nerfs de fonctions différentes peuvent être réunis bout à bout de telle sorte que les excitations de l'un se propagent à l'autre.

2° On peut également, suivant toute vraisemblance, obtenir la réunion bout à bout d'un nerf du système cérébro-spinal avec un nerf du grand sympathique; et s'il en est ainsi, il y a,

dans ce cas encore, transmission des excitations d'un des bouts à l'autre.

Nous avons fait, ainsi que nous l'avons dit, plusieurs expériences dans lesquelles nous avions uni le bout central de l'hypoglosse au bout périphérique du pneumogastrique. Malheureusement les animaux opérés n'ont pas vécu assez longtemps pour qu'on pût étudier les résultats de la réunion. On peut du reste facilement prévoir que cette réunion permettrait dans ces cas, comme dans les autres, le passage des irritations d'un bout à l'autre, et l'on verrait sans doute, en se plaçant dans des conditions convenables, la galvanisation du bout central du nerf hypoglosse produire une suspension des mouvements du cœur. C'est une présomption que nous vérifierons plus tard sur des animaux actuellement en expérience.

M. Flourens, dans ses expériences sur la réunion du bout périphérique du nerf pneumogastrique avec le bout central du cinquième nerf cervical, a constaté qu'il n'y avait aucun retour de la fonction du nerf pneumogastrique. La section du pneumogastrique du côté opposé, faite trois mois ou trois mois et demi après la première opération, fut promptement suivie de la mort des animaux. Nous aurions assurément observé les mêmes résultats, si les circonstances nous avaient permis de faire, à l'exemple de M. Flourens, la section du nerf hypoglosse ou du nerf pneumogastrique du côté opposé au côté opéré, quelques mois après l'opération. La fonction du bout périphérique du nerf hypoglosse, lorsqu'il est réuni au bout central du nerf pneumogastrique, celle du bout périphérique du nerf pneumogastrique, lorsqu'il est réuni au bout central du nerf hypoglosse, ne se rétabliraient certainement pas, quel que fût le temps écoulé depuis l'expérience, car la fonction d'un nerf ne peut s'exécuter qu'autant qu'il conserve ou reprend ses relations avec tel ou tel point déterminé du système nerveux central. Le bout périphérique du nerf hypoglosse, par exemple, ne recouvrerait pas ainsi ses connexions avec son foyer nerveux incitateur, et ne pourrait plus être qu'un instrument aux ordres du centre fonctionnel des fibres motrices contenues dans la partie cervicale du nerf pneumogastrique.

Quant à la fonction du bout périphérique du nerf grand sympathique, dans les expériences semblables à celle que nous avons rapportée, il est clair qu'elle serait abolie à tout jamais,

si l'opération était pratiquée de façon à rendre impossible une réunion ultérieure entre ce bout périphérique et le bout central du même nerf (1).

DEUXIÈME PARTIE.

DE LA RÉUNION BOUT A BOUT DES NERFS SENSITIFS AVEC LES NERFS MOTEURS.

Dans la première partie de ce travail, nous avons vu que, d'après les expériences de M. Flourens, les nerfs mixtes peuvent être réunis bout à bout de telle sorte que, lorsque la réunion est complète, les excitations de l'un des bouts peuvent se transmettre à l'autre. Il n'en est pas autrement lorsque les nerfs ainsi unis bout à bout sont d'origine et de fonctions différentes : c'est ce que démontrent nettement nos expériences sur la réunion du nerf pneumogastrique et du nerf hypoglosse. Mais ces diverses expériences ne pouvaient pas autoriser à admettre que les résultats seraient encore les mêmes dans les cas où l'on réunirait bout à bout des fibres motrices avec des fibres sensitives. En effet, dans nos observations, c'est de nerfs mixtes qu'il s'agit, tout aussi bien que dans celles de M. Flourens. Le nerf hypoglosse, ainsi que nous l'avons dit, contient des fibres sensitives, peut-être nombreuses, et le nerf pneumogastrique, quelle que soit l'opinion qu'on adopte sur sa nature au niveau de son origine, est incontestablement un nerf mixte dans le point où l'on effectue sa réunion avec le nerf hypoglosse, car il contient en ce point, entre autres faisceaux anastomotiques, la branche interne motrice du nerf accessoire de Willis. Or, dans des faits de ce genre, on pouvait supposer que, par une sorte d'attraction de soi pour soi, les fibres motrices de l'un des bouts allaient rejoindre les fibres motrices de l'autre

(1) Pour obtenir un résultat complétement net sous tous les rapports, il faudrait réunir le bout central d'un nerf du système cérébro-spinal avec le bout périphérique du grand sympathique, ou bien faire l'opération en sens inverse. Nous avons fait un essai dans ce dernier sens. Nous avons réuni, sur un chat et sur deux lapins, le bout inférieur du cordon cervical du grand sympathique, c'est-à-dire le bout central de ce cordon, avec le bout périphérique de la branche externe du nerf accessoire; malheureusement les animaux sont morts très-peu de temps après l'opération.

bout, que pareille chose arrivait aux fibres sensitives, et que c'était là la condition indispensable du succès obtenu. Les résultats ne pouvaient-ils pas être tout à fait différents, si l'un des bouts contenait exclusivement des fibres sensitives, l'autre ne renfermant que des fibres motrices, ou même si l'un des bouts était composé de fibres d'une seule sorte, l'autre bout étant mixte? Il est clair que l'expérimentation pouvait seule fournir la réponse.

Plusieurs physiologistes ont déjà cherché à reconnaître si les fibres motrices peuvent s'unir bout à bout avec les fibres sensitives. Ils avaient bien compris l'importance d'une pareille recherche. On devait ainsi acquérir des données précieuses pour la solution de divers problèmes de la physiologie générale du système nerveux, et, en particulier, de celui qui est relatif à la question de savoir si les propriétés des fibres nerveuses, motrices et sensitives, sont identiques au fond, ou bien essentiellement distinctes.

M. Schwann (1) coupa un nerf sciatique chez une grenouille, et lorsque la cicatrisation fut complète, il examina si, en excitant près de la moelle épinière les racines postérieures concourant à la formation de ce nerf, il déterminerait des contractions dans les muscles du membre correspondant. On conçoit que des contractions devaient en effet se produire si la cicatrice avait amené des fibres sensitives à s'unir à des fibres motrices. Il n'observa aucun mouvement. Au contraire, l'excitation des racines motrices détermina un fort mouvement de la jambe (2). Cette expérience montrait que les fibres motrices s'étaient unies les unes aux autres, et elle peut être invoquée pour établir que, dans les conditions analogues, les fibres homologues ont, en réalité, la plus grande tendance à se rechercher les unes les autres pour s'unir de nouveau entre elles.

Mais on ne pouvait pas ainsi arriver à une conclusion définitive. Il fallait mettre en contact le bout périphérique d'un nerf sensitif avec le bout central d'un nerf moteur, ou inversement le bout central d'un nerf sensitif avec le bout périphérique d'un nerf moteur. Les nerfs hypoglosse et lingual

(1) Cette citation est empruntée à M. Schiff, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Lahr 1859, p. 133.

(2) Steinrueck (cité par M. Schiff et par MM. Gluge et Thiernesse) fit la même expérience et obtint le même résultat.

devaient se présenter à l'esprit des physiologistes comme les plus convenables pour cette expérience : ces nerfs sont très-voisins l'un de l'autre, et, dans une partie de leur trajet, ils sont situés dans une région facilement accessible.

M. Bidder (1) réunit six fois sur des chiens le bout central du nerf hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual, et deux fois il réunit le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse. Il avait excisé, sur chacun des bouts non réunis, des segments ayant jusqu'à huit millimètres de longueur, dans l'espoir d'empêcher ces bouts d'aller rejoindre leurs congénères. Le mouvement et la sensibilité, dans la plupart des cas, reparurent dans la langue, et, plusieurs fois, en excitant les racines du nerf hypoglosse, on constata des contractions dans la langue. Mais les choses ne s'étaient passées dans aucun cas comme l'aurait voulu M. Bidder. Tantôt les nerfs avaient repris tous les deux leurs connexions normales; tantôt un des bouts centraux seulement s'était remis en continuité avec son propre prolongement périphérique; tantôt enfin les quatre bouts étaient compris dans une cicatrice commune.

M. Schiff fait observer avec raison que les précautions prises par M. Bidder étaient insuffisantes pour prévenir le retour des connexions normales entre les bouts disjoints. Nous avons vu, comme ce physiologiste, après l'excision d'un tronçon de deux et même de trois centimètres de long sur un nerf, une régénération se faire entre les deux bouts, et produire un cordon nerveux de nouvelle formation, qui rétablissait la continuité du nerf et lui restituait ses fonctions.

M. Schiff fit la même expérience que M. Bidder (2). Il réunit, sur douze chiens à l'aide d'un fil de soie très-fin passé dans le névrilème le bout central du nerf hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual; mais il eut soin d'extirper un segment aussi long que possible des deux autres bouts. La réunion ne se maintint que chez six chiens. Dans ces cas, M. Schiff constata la présence d'un certain nombre de fibres tout à fait saines, la plupart grêles, dans tous les principaux faisceaux du

(1) Müller's *Archiv*, 1842, p. 107. — Cette citation est empruntée, comme la précédente, à M. Schiff, *loc. cit.* — Voir aussi l'analyse du travail de M. Bidder, faite par MM. Gluge et Thiernesse, dans leur mémoire *sur la réunion des fibres nerveuses sensibles avec les fibres motrices* : Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1859, et *Journal de Physiol.*, 1859, p. 686.

(2) *Loc. cit.*, p. 134, et Tübinger Archiv, 1853.

bout périphérique du nerf lingual; mais le plus grand nombre des fibres étaient dégénérées. Chez trois de ces animaux, sur le point de mourir, l'excitation galvanique du bout central du nerf hypoglosse ne donna lieu à aucun mouvement. Chez les six chiens dont les nerfs ne s'étaient point réunis, le bout périphérique du nerf lingual, les muscles et les papilles de la membrane muqueuse ne présentaient que des fibres désorganisées. M. Schiff pense que les fibres régénérées qui se trouvaient dans le bout périphérique du nerf lingual, dans les cas où la réunion s'était maintenue, étaient des fibres vaso-motrices, lesquelles avaient dû, suivant lui, se souder aux fibres homologues du bout central du nerf hypoglosse. Cette interprétation ne saurait être adoptée aujourd'hui : les faits que nous avons observés montrent pleinement son insuffisance. M. Schiff avait songé à pratiquer des réunions du bout central du lingual avec le bout périphérique de l'hypoglosse, pour chercher s'il y aurait rétablissement de la motricité; mais il ne fit point ces expériences. En résumé, M. Schiff croit que ses expériences ont donné un résultat négatif, relativement à la question de la réunion des nerfs de fonctions différentes, et c'est un des arguments sur lesquels il s'appuie pour établir que les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs doivent être de nature fondamentalement différente.

De nouvelles expériences sur ce même sujet furent publiées en 1859 par MM. Gluge et Thiernesse (1). Ces auteurs, à l'exemple de M. Bidder, ont réuni, sur des chiens, le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse. Leurs expériences sont au nombre de dix.

Dans la première expérience, ils n'avaient point excisé un segment des deux bouts non réunis. Deux mois et vingt jours après l'opération (2) l'animal ayant été sacrifié, on trouva le bout central de l'hypoglosse soudé à la cicatrice qui s'était formée entre le bout périphérique de ce nerf et le bout central du nerf lingual. La galvanisation du bout central du lingual ne produisit aucun mouvement de la langue, tandis que faite sur le bout central du nerf hypoglosse elle déterminait de vives contractions dans les muscles de cet organe.

(1) *Sur la réunion des fibres nerveuses sensibles avec les fibres motrices.* Bulletins de l'Acad. roy. de Belgique, t. VII, n° 7, et *Journal de Physiol.*, vol. II. p. 686.
(2) Chien opéré le 2 mars 1858; examiné le 22 mai 1858.

Dans la seconde expérience, on avait fait d'abord la même opération, mais on avait réuni de plus le bout périphérique du du nerf lingual du même côté au bout central du nerf hypoglosse. Le chien fut sacrifié deux mois après l'expérience (1), et l'on put constater qu'une cicatrice commune enveloppait les quatre bouts nerveux disposés en X. Ici encore, la galvanisation du bout central du nerf hypoglosse suscitait seule des contractions dans la langue.

MM. Gluge et Thiernesse dans leurs expériences ultérieures, se bornèrent à joindre ensemble le bout central du nerf lingual au bout périphérique de l'hypoglosse, comme ils l'avaient fait dans leur première expérience, et ils prirent la précaution, employée déjà par M. Bidder et par M. Schiff, d'exciser une longue portion (deux à trois centimètres et demi) des bouts nerveux qu'ils voulaient écarter de la réunion. Chez tous les animaux ainsi opérés on fit au bout d'un certain temps, la même expérience du côté opposé (2). Ces expériences donnèrent des résultats presque toujours les mêmes. On observa une abolition permanente de la faculté de laper et une gêne assez grande de la déglutition; les bords de la langue présentèrent de l'atrophie et des ulcérations. Dans presque tous les cas la réunion s'était bien maintenue, et les bouts raccourcis par l'ablation d'un long segment n'étaient point venus rejoindre la cicatrice nerveuse. La galvanisation du bout central du lingual n'a produit aucune contraction de la langue, si ce n'est dans un cas : au contraire, la galvanisation du tissu cicatriciel qui

(1) Chien opéré le 29 mars 1858; examiné le 28 mai 1858.

(2) 3[e] *expérience.* Opération du côté gauche, le 28 mai 1858; du côté droit le 14 juin 1858. Mort le 1[er] juillet. Réunion ayant persisté à gauche, s'étant détruite à droite.

4[e] *expérience.* Côté droit, le 31 mai 1858; côté gauche, le 21 juin 1858. Sacrifié le 15 octobre. Réunion détruite à droite et à gauche.

5[e] *expérience.* Côté gauche, le 31 mai 1858; côté droit, le 25 juin 1858. Sacrifié le 12 juillet 1858. La réunion s'est maintenue à droite et à gauche.

6[e] *expérience.* Côté gauche, le 27 juillet 1858; côté droit, le 23 août. Pas d'indication de la date de la mort. Réunion ayant persisté à gauche, détruite à droite.

7[e] *expérience.* Côté gauche, le 18 octobre 1858; côté droit le 15 novembre 1858. Mort le 20 décembre. Réunion bien faite des deux côtés.

8[e] *expérience.* Côté droit, le 19 octobre 1858; côté gauche, le 16 novembre 1858. Sacrifié le 5 janvier 1859. Réunion solide des deux côtés.

9[e] *expérience.* Côté droit, le 28 février 1859; côté gauche, le 14 avril 1859. Sacrifié le 7 juin 1859. Réunion s'étant maintenue des deux côtés.

10[e] *expérience.* Côté gauche, le 1[er] mars 1859; côté droit, le 16 avril 1859. Sacrifié le 7 juin 1859. Réunion bien faite des deux côtés.

unissait le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse déterminait des contractions plus ou moins fortes dans cet organe. L'excitation galvanique du bout central du nerf hypoglosse a produit aussi plusieurs fois des mouvements des muscles de la langue. Chez un des animaux opérés (expérience IV), la galvanisation du bout périphérique du nerf hypoglosse du côté gauche (l'opération faite depuis près de quatre mois n'avait pas réussi), provoquait de fortes contractions dans la langue. Comme nous l'avons déjà indiqué ailleurs (1), les auteurs avaient tiré de ce fait une conclusion inexacte, car ils pensaient avoir prouvé ainsi « que les nerfs isolés de leurs centres nerveux con-« servent encore pendant quatre mois, la faculté de produire « de fortes contractions musculaires. » Nos recherches sur la régénération autogénique des nerfs ont montré quelle est la véritable interprétation du fait rapporté par MM. Gluge et Thiernesse. Le bout périphérique du nerf hypoglosse, qui était resté isolé des centres nerveux, pouvait exciter des mouvements dans la langue sous l'influence de la galvanisation, non pas parce qu'il avait conservé ses propriétés, comme l'admettent ces physiologistes, mais parce que, après s'être altéré d'abord complétement et s'être régénéré plus tard en grande partie, il avait recouvré sa structure normale et ses propriétés physiologiques temporairement abolies.

Nous avons dit que dans un cas MM. Gluge et Thiernesse avaient vu la galvanisation du bout central du nerf lingual déterminer des contractions de la langue (expérience V, lingual du côté gauche). Mais ils croient eux-mêmes qu'on ne doit tenir aucun compte de ce résultat. « Dans la plupart de nos « expériences, disent-ils, le bout central du nerf lingual avait « été coupé avant d'y appliquer le galvanisme. Cette précau-« tion n'avait pas été observée dans la cinquième expérience, « destinée à servir pour le dessin, et c'est la seule où le lin-« gual ait donné des contractions. Nous croyons donc qu'il y « a eu ici transmission de l'électricité par une mince couche « de liquide répandu sur le verre placé sous le nerf et qui « aura échappé à notre attention, et nous devons refuser toute

1. *Recherches expér. sur la régénération des nerfs séparés des centres nerveux*, p. 6.

« valeur affirmative à la cinquième expérience. » Assurément ce jugement porté par MM. Gluge et Thiernesse sur leur expérience est bien fondé. Il s'agit, en effet, suivant toute vraisemblance, d'un chien adulte : or, il est infiniment peu probable que, dans ces conditions, les phénomènes de restauration du bout périphérique du nerf hypoglosse aient pu être assez avancés, un mois et douze jours après l'opération, pour permettre aux excitations du bout central du lingual de se transmettre au bout périphérique du nerf hypoglosse. Nos expériences sur les chiens adultes ne nous ont jamais montré une évolution aussi rapide. D'autre part, non-seulement l'électricité a pu se transmettre aux muscles de la langue par une couche de liquide répandue sur le verre servant à isoler le nerf, mais encore les mouvements ont pu se faire sous l'influence de courants dérivés. Enfin, le bout central du lingual n'ayant pas été coupé, avant d'être soumis à la galvanisation, les contractions observées pouvaient être produites par action réflexe. Nous avons constaté plusieurs fois nous-même des contractions de ce genre lorsque nous galvanisions, ou lorsque nous pincions le bout central intact du nerf lingual dans des expériences semblables, c'est-à-dire dans des cas où le bout central du nerf hypoglosse n'avait pas été arraché complétement : l'action réflexe a lieu alors par l'intermédiaire du bout central du nerf hypoglosse, lequel envoie des rameaux à la langue. Ce qui montre que ces contractions se produisent bien de cette façon, c'est qu'on les détermine même alors que le bout périphérique du nerf hypoglosse est encore tout à fait altéré; et dans ce cas, il suffit de couper le lingual à une certaine distance de la réunion, pour que le tronçon ainsi séparé du bout central de ce nerf perde immédiatement la faculté de mettre en mouvement les muscles de la langue.

MM. Gluge et Thiernesse étaient donc complétement en droit de considérer leurs expériences comme n'ayant donné, de même que celles de M. Bidder et de M. Schiff, que des résultats négatifs, et l'on conçoit qu'ils aient été conduits à conclure :

« 1° Que les fibres sensibles ne peuvent être transformées « en fibres motrices; 2° que le mouvement organique dans les « fibres nerveuses, qui détermine la sensation, doit être diffé- « rent de celui qui produit la contraction musculaire. »

Pour terminer cet historique, il ne nous reste plus à mentionner qu'un travail de M. C. Ambrosoli, travail publié dans la *Presse médicale*, 32, 1860. Nous n'avons pas pu consulter ce journal, et nous ne connaissons que les conclusions de ce travail (1). L'auteur est arrivé à des résultats qui concordent entièrement avec les faits constatés par les physiologistes dont nous avons analysé les recherches et surtout avec ceux qu'ont observés MM. Gluge et Thiernesse. Il a vu les nerfs de nature différente se réunir au moyen d'un tissu de nouvelle formation, constitué d'abord par des fibres fusiformes, et plus tard par des fibres nerveuses. La réunion, suivant lui, n'est complète qu'au bout de quatre mois. Le bout nerveux périphérique soudé à un bout nerveux central se régénère, et les éléments nerveux qui se développent ainsi dans le bout périphérique, de même que ceux qui constituent le tissu unitif ont la propriété de faire contracter les muscles. MM. Gluge et Thiernesse avaient déjà bien vu que la galvanisation du tissu de soudure provoque les contractions musculaires.

M. Ambrosoli, pas plus que ses devanciers, ne paraît avoir jamais observé, d'une façon nette et indiscutable, la transmission des excitations du bout central d'un nerf sensitif au bout périphérique d'un nerf moteur.

Tel était l'état de la science lorsque nous avons publié un court résumé de nos premières recherches (2). On voit que toutes les expériences faites avant les nôtres avaient paru démontrer l'impossibilité d'obtenir entre un nerf sensitif et un nerf moteur une soudure bout à bout de telle nature que l'irritation d'un des bouts pût se propager à l'autre. On avait vu se produire une réunion cicatricielle entre les deux bouts affrontés, mais non une fusion avec continuité physiologique, si l'on peut ainsi dire.

Il était très-naturel que l'on tirât de ces résultats négatifs la conséquence qui a été formulée d'une manière presque semblable par les physiologistes que nous avons cités, à savoir que les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs sont constitués par

(1) Schmidt's Jahrbücher, 1860, p. 289; *Sur la réunion des fibres sensitives et motrices.*

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 5 janvier 1863.

des éléments de nature différente, malgré la similitude de leurs caractères anatomiques. Toutefois les résultats négatifs n'ont qu'une valeur relative, surtout lorsqu'il s'agit d'essais qui ne sont pas condamnés d'avance à l'insuccès par une impossibilité radicale et évidente; aussi aurait-on dû peut-être conclure avec une grande réserve. Un seul fait positif, bien observé, de réunion complète bout à bout d'un nerf sensitif avec un nerf moteur pouvait en effet annuler la signification de tous les résultats négatifs. Or, c'est ce qui arrive aujourd'hui; et ce n'est pas un seul fait positif que nous avons à opposer aux expériences de ceux qui nous ont précédés; nous en avons observé plusieurs qui, nous l'espérons, ne laisseront aucun doute sur la possibilité de souder bout à bout des nerfs moteurs avec des nerfs sensitifs assez complétement pour permettre la transmission des irritations d'un des bouts à l'autre.

Toutes nos expériences ont été faites sur des chiens, et, de même que MM. Bidder, Schiff, Gluge et Thiernesse, nous avons choisi le nerf lingual et le nerf hypoglosse, à cause des facilités que présente l'opération. La première de nos expériences date du 11 septembre 1859, et depuis lors nous en avons fait un grand nombre, soit en unissant le bout central de l'hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual (douze expériences), soit en unissant au contraire le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse (cent et une expériences). Nous avons fait bien plus souvent l'expérience dans le dernier sens, parce que le résultat devait être dans ce cas bien plus facile à constater que dans le premier et surtout bien plus à l'abri des objections. Le nerf hypoglosse dans son parcours au niveau de la région sus-hyoïdienne contient, comme l'avons dit, un bon nombre d'éléments sensitifs, récurrents et surtout directs. Or, en supposant que la réunion du bout central de ce nerf avec le bout périphérique du lingual fût aussi complète que possible, et que l'excitation de ce bout périphérique produisît de la douleur, quelle interprétation donner de cette douleur? La propagation centripète de l'excitation se serait-elle faite exclusivement par les fibres sensitives contenues dans le bout central du nerf hypoglosse, ou bien aurait-elle eu lieu également par les fibres motrices de ce même bout? On voit qu'il y a là une difficulté d'interprétation qui jetterait forcément une assez grande obscurité sur le résultat,

quelque satisfaisant qu'il pût être. Il n'en est pas de même lorsque c'est le bout central du nerf lingual qu'on unit au bout périphérique du nerf hypoglosse. Le nerf lingual, à l'endroit où nous faisons la réunion, est bien exclusivement sensitif (1); si on le galvanise, ou si on l'excite par des agents mécaniques au-dessous d'une section qui le sépare en ce point de sa portion centrale, il n'y a aucun mouvement dans la langue. La section ou l'arrachement des divers nerfs qui peuvent fournir des filets anastomotiques au nerf lingual laissent intactes, chez le chien, toutes les fibres de la partie périphérique du nerf. Nous avons pu ainsi, par les expériences directes et par la méthode anatomique de M. Waller, nous convaincre qu'il n'y a aucune fibre motrice du système cérébro-spinal dans le nerf lingual à partir du point où il fournit les filets nerveux destinés à la glande sous-maxillaire. Ici donc le résultat de l'expérience doit être bien plus décisif, car si l'on constate, lorsque la réunion est achevée, un fort mouvement de la langue produit par une excitation du bout central du nerf lingual (après qu'on a supprimé les actions réflexes par une section de ce bout faite loin de la réunion), il faudra bien admettre que l'excitation des fibres sensitives du nerf sensitif s'est transmise aux fibres motrices du nerf hypoglosse.

Les expériences si nombreuses dans lesquelles nous avons tenté de réunir le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse ne nous ont donné en définitive que quelques cas de succès complet. Quelquefois les deux bouts que nous avions réunis s'étaient complétement séparés; le plus souvent la réunion s'était bien maintenue, mais les animaux opérés étaient morts trop peu de temps après l'opération pour que la régénération du bout périphérique du nerf hypoglosse eût pu se faire. C'est surtout au début de nos expériences que le plus grand nombre des animaux opérés mouraient, non par suite de l'opération qui ne présente aucune gravité par elle-même, mais parce que nous choisissions alors des chiens très-jeunes, de deux à quatre mois, et qu'à cet âge la mortalité est très-grande chez ces animaux, surtout lors-

(1) Nous ne parlons pas des quelques fibres vaso-motrices que doit contenir le nerf lingual. Elles sont certainement trop peu nombreuses pour qu'on puisse penser à tirer de leur existence dans le nerf lingual une explication des phénomènes observés.

qu'ils se trouvent dans de mauvaises conditions hygiéniques. Actuellement nos expériences sont faites sur des chiens adultes.

Les bouts nerveux que nous cherchons à réunir sont maintenus en contact à l'aide d'un point de suture, puis nous raccourcissons le plus possible par une longue excision les deux bouts que nous désirons empêcher de prendre part à la réunion. Lorsque nous voulons souder le bout central du lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse, nous arrachons maintenant tout le bout central du nerf hypoglosse avec sa partie intra-crânienne et les racines bulbaires; le bout périphérique du nerf hypoglosse ne peut plus alors se régénérer que de deux manières : ou bien de lui-même, par régénération autogénique, ou bien sous l'influence de sa réunion avec le bout central du nerf lingual.

Bien qu'un grand nombre des animaux opérés soient morts avant l'époque où la réapparition des propriétés aurait pu avoir lieu à un degré appréciable dans les bouts périphériques, cependant toutes ces expériences n'ont pas été infructueuses, car dans plusieurs d'entre elles nous avons pu étudier à des périodes diverses l'influence de la réunion sur la régénération de ces bouts périphériques. Nos expériences se divisent donc naturellement en deux séries : dans l'une se rangent les faits dans lesquels nous avons dû nous borner le plus souvent à l'examen anatomique des bouts périphériques; dans l'autre se groupent les faits dans lesquels, avant de procéder à cet examen, nous avons pu faire une exploration expérimentale.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Nous avons démontré dans notre travail sur la régénération des nerfs séparés des centres nerveux que les nerfs peuvent se régénérer dans ces conditions, et nous avons prouvé ainsi que l'influence des centres nerveux ne joue pas un rôle indispensable dans le travail de la régénération nerveuse. Mais nos expériences avaient été faites sur de jeunes animaux et l'on pouvait croire que ces résultats ne s'observaient que dans le jeune âge et qu'ils ne pouvaient pas par conséquent être généralisés. Depuis lors nous avons constaté que la régénération autogénique a lieu aussi chez les animaux adultes; seulement il est certain qu'elle est beaucoup plus lente et plus incom-

plète que chez les jeunes animaux; et tandis que chez ceux-ci on trouve déjà des tubes nerveux restaurés moins de deux mois après l'opération, chez ceux-là, au bout de plusieurs mois, la régénération est à peine commencée. M. Schiff n'a même vu aucun tube nerveux régénéré dans le bout périphérique de nerfs dont il avait excisé une portion un an, ou même plus de dix-huit mois avant de faire l'examen (1). D'après ces données, il est clair que si, dans des cas de réunion bout à bout du nerf lingual avec le nerf hypoglosse, on trouve une régénération assez avancée du bout périphérique trois, quatre ou cinq mois après l'opération chez un animal adulte, il faudra bien admettre que la réunion a été pour beaucoup dans cette régénération hâtive; il sera bien certain qu'il en est de même encore chez les jeunes animaux si la régénération se fait également chez eux avec une plus grande rapidité que dans les cas où il n'y a point de réunion et où le bout périphérique est tout à fait isolé. Or, les faits ne laissent aucun doute sur ces points.

Exp. II. — *Arrachement du bout central du nerf hypoglosse. Réunion du bout périphérique de ce nerf avec le bout central du nerf lingual.* — Le 22 août 1863, on arrache le bout central du nerf hypoglosse du côté droit sur un chien âgé de huit à dix mois, et l'on réunit le bout périphérique de ce nerf avec le bout central du nerf lingual du même côté. Le bout central du nerf hypoglosse est placé sous la peau de l'aine droite.

Mort le 4 janvier 1864.

On examine l'état des nerfs. Il y a une réunion très-bien faite, sans renflement à l'extrémité inférieure du bout central du lingual. Le bout périphérique de l'hypoglosse a encore une teinte grisâtre. Le bout périphérique du lingual a une coloration grisâtre encore plus marquée; il est même à demi transparent.

L'examen microscopique du lingual (bout périphérique) montre qu'il y a encore une altération très-évidente de ce nerf : on voit des corps granuleux allongés, placés en séries linéaires; ils sont d'ailleurs bien moins nombreux que lorsque l'altération est plus récente. La plupart des tubes nerveux offrent cette altération; mais, après avoir traité le nerf par la solution de soude, on aperçoit plusieurs tubes nerveux restaurés, grêles, devenant facilement variqueux. Ces tubes restaurés sont très-peu nombreux relativement au nombre des tubes encore altérés.

Le bout périphérique du nerf hypoglosse offre une restauration très-avancée. On ne voit plus que quelques granulations graisseuses très-disséminées. Le nerf est formé par d'innombrables tubes nerveux restaurés, con-

(1) Comptes rendus de la Société de Biologie, 1859, p. 179 et suiv.

tigus les uns aux autres, ayant en moyenne 7 à 8 millièmes de millimètres de diamètre. Ceux du nerf hypoglosse du côté gauche, pris à peu près au même niveau, ont en moyenne de 10 à 12 millièmes de diamètre.

Le tronçon du nerf placé sous la peau de l'aine droite est très-bien greffé : les faisceaux nerveux sont enveloppés d'un tissu conjonctif abondant et très-tenace. Les fibres nerveuses sont devenues granuleuses; les granulations sont très-petites, pulvérulentes; il n'y a pas une seule fibre nerveuse régénérée.

Cette expérience montre bien que la restauration presque complète du bout périphérique du nerf hypoglosse a eu lieu en grande partie sous l'influence de la réunion avec le bout central du lingual, puisque le bout périphérique de ce dernier nerf, privé de toutes relations avec les centres nerveux présentait encore une altération très-considérable. Cependant ce bout périphérique du lingual contenait plusieurs fibres nerveuses régénérées, et par conséquent ce fait pourrait être invoqué aussi comme une preuve à l'appui des expériences que nous avons publiées sur la régénération autogénique des nerfs. Il convient même, à ce point de vue, de faire remarquer qu'il s'agit ici d'un chien presque adulte. La restauration du bout périphérique du nerf hypoglosse était, chez ce chien, bien assez avancée pour qu'il fût possible de constater la transmission des excitations du bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse; mais on voulait attendre encore quelque temps pour que les phénomènes fussent des plus manifestes, et malheureusement la mort survint très-inopinément.

On a cherché, dans l'expérience suivante, à provoquer des mouvements dans la langue par l'excitation du bout central du nerf lingual, mais sans y réussir, et l'examen anatomique de la réunion rend compte du résultat négatif de cet essai, en montrant que la soudure était imparfaite.

EXP. III. — *Arrachement du bout central du nerf hypoglosse. Réunion du bout périphérique de ce nerf avec le bout central du nerf lingual.* — Le 22 janvier 1863, on réunit sur un chien adulte le bout central du nerf lingual du côté droit avec le bout périphérique du nerf hypoglosse du même côté. Le bout central du nerf hypoglosse a été arraché avec ses racines bulbaires. On a excisé un long segment du bout périphérique du nerf lingual, et on l'a inséré sous la peau de l'aine gauche; un tronçon du bout central de l'hypoglosse est placé sous la peau de l'aine droite.

Le 18 août, on cherche à mettre à nu les bouts réunis des nerfs lingual

et hypoglosse; mais on ne parvient pas à les retrouver nettement. On ne reconnaît avec certitude que le bout central du nerf lingual, terminé par un renflement d'où part un prolongement assez mince, évidemment nerveux, qui se perd dans le tissu cicatriciel profond de l'ancienne plaie. L'animal étant mis dans un état de profonde syncope, par une abondante hémorragie artérielle, on pince ce bout central du lingual, et il n'y a aucun mouvement de la langue.

Ce n'est que dix ou quinze minutes après la mort de l'animal qu'on trouve les bouts périphériques du nerf hypoglosse et du nerf lingual. Le pincement de ces bouts à ce moment ne détermine aucune contraction de la langue.

Le bout périphérique du nerf lingual est très-grêle, très-grisâtre, et se termine sans renflement à une certaine distance de la cicatrice musculaire, où l'on voit aboutir le prolongement émané du bout central.

Le bout périphérique du nerf hypoglosse a une teinte moins grise, mais qui s'éloigne encore beaucoup de la teinte blanche normale. Il ne paraît pas se réunir directement au prolongement du bout central du nerf lingual : il se termine dans le tissu cicatriciel musculaire par une extrémité comme gonflée, ne formant pas toutefois un renflement bien configuré.

L'examen microscopique montre que le bout périphérique du nerf lingual est profondément altéré. Il y a encore de place en place des amas de petites granulations graisseuses ; mais la presque totalité des fibres nerveuses sont vides. Dans plusieurs petits filets on ne trouve pas un seul tube restauré. Dans le tronc du nerf on trouve deux tubes nerveux restaurés, probablement par suite de leur réunion avec des tubes nerveux de la région où a été faite l'opération.

Le bout périphérique du nerf hypoglosse est bien moins altéré. Il y a bien encore quelques groupes de granulations graisseuses, mais il y a de nombreux tubes nerveux restaurés, un quart environ de la somme des tubes; et ces tubes offrent les caractères ordinaires d'une restauration récente, c'est-à-dire qu'ils sont grêles pour la plupart, qu'ils ont un double contour mince, et qu'ils deviennent facilement variqueux.

Le bord de la langue, du côté de l'opération, est déchiqueté.

Les deux segments nerveux transplantés ont été bien retrouvés : ils sont parfaitement greffés. Ils sont tous les deux dans le même état : ils contiennent encore de nombreux groupes de fines granulations, rangées en séries linéaires parallèles. Dans chacun de ces tronçons, dans leur partie centrale, on a constaté, au milieu de tubes altérés, deux tubes nerveux restaurés. Le tissu conjonctif interposé aux divers faisceaux nerveux est hypertrophié, très-dense, très-difficile à dilacérer.

Cette expérience, bien que l'excitation des divers bouts nerveux n'ait produit aucune contraction musculaire dans la langue, offre cependant un certain intérêt. En effet, il s'agit ici d'un animal adulte, et nous voyons que, malgré l'imperfection de la réunion entre le bout central du nerf lingual et

le bout périphérique du nerf hypoglosse, ce dernier bout nerveux s'était régénéré en partie au bout de sept mois, tandis que la partie périphérique du nerf lingual présentait à peine un commencement de restauration. Il s'était donc, sans aucun doute, établi une communication entre le bout périphérique de l'hypoglosse et le bout central du lingual, et cela par un faisceau de fibres nerveuses formé par une sorte de végétation de l'extrémité du bout central du nerf lingual. Il s'était fait là, entre deux segments nerveux de fonctions différentes, ce qui a lieu si souvent entre les deux bouts d'un même nerf, séparés par l'excision d'un tronçon peu étendu, à savoir la production de tubes nerveux nouveaux qui, partis de l'extrémité du bout central, vont rejoindre le bout périphérique.

L'expérience dont nous allons donner la relation offre la plus grande analogie avec les précédentes. Il s'agit encore ici d'un chien adulte chez lequel on avait réuni le bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.

Exp. IV. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Chien adulte opéré le 11 août 1862. Réunion du bout central du nerf lingual du côté droit avec le bout périphérique du nerf hypoglosse du même côté. On a excisé un long segment du bout périphérique du nerf lingual et un segment très-long aussi du bout central de l'hypoglosse, de façon à écarter autant que possible ces bouts de la réunion qu'on a pratiquée. Le segment excisé du nerf hypoglosse est inséré sous la peau de l'aine droite.

Le 28 décembre 1862 on fait la même opération du côté opposé. Immédiatement, les mouvements de projection de la langue deviennent impossibles.

L'animal paraît bien portant le premier et le second jour; mais on le trouve mort le 1er janvier 1863.

Le bout central du lingual du côté droit est bien réuni au bout périphérique de l'hypoglosse; mais cette réunion est assez difficile à reconnaître au premier moment, parce que le nerf hypoglosse fait un coude aigu à sommet postérieur à une très-petite distance du point où il s'unit à l'extrémité inférieure du bout central du nerf lingual, et que ce coude est environné de tissu conjonctif cicatriciel qui rend la dissection difficile.

Une chose avait frappé tout d'abord, avant qu'on eût pu bien voir la réunion, c'est que le bout périphérique de l'hypoglosse avait une coloration blanche tout à fait normale, et qu'il avait même cet aspect plissé en travers, aspect que présentent les nerfs à l'état sain. Quant au bout périphérique du nerf lingual, il offrait une teinte grisâtre encore très-marquée, ce qui permettait de le distinguer tout de suite de l'hypoglosse.

L'extrémité du bout périphérique du nerf lingual était très-rapprochée du lieu de la réunion ; peut-être même l'atteignait-elle. L'extrémité renflée du bout central du nerf hypoglosse est à plus de deux centimètres de la réunion : elle se termine presque brusquement ; tout au plus donne-t-elle quelques petits filaments qui se perdent presque aussitôt dans le tissu conjonctif voisin.

On a examiné, à l'aide du microscope, les bouts périphériques des nerfs hypoglosse et lingual.

Le bout périphérique de l'hypoglosse a subi une restauration complète dans toute son épaisseur, ou du moins on n'a pas retrouvé un seul tube nerveux altéré. Tous les tubes nerveux sont régénérés ; ils ont presque leur calibre normal, peut-être leurs bords sont-ils moins larges et moins réfringents ; mais il s'en faut réellement de bien peu qu'ils aient entièrement repris les caractères de l'état normal.

Le bout périphérique du nerf lingual renferme un très-grand nombre de tubes nerveux restaurés ; mais ils sont très-grêles et sont séparés par des intervalles remplis de tubes encore vides. On voit çà et là quelques granulations graisseuses, en séries linéaires.

Le segment nerveux transplanté sous la peau de l'aine s'y est très-bien greffé. Il est devenu dur, comme fibreux. On n'y trouve pas un seul tube nerveux restauré ; au contraire, tous les tubes nerveux sont profondément altérés. Globules graisseux, assez gros, en séries linéaires.

Chez ce chien, au bout de quatre mois et demi, on voit le bout périphérique du nerf hypoglosse présenter une régénération tellement avancée que ses fibres nerveuses ne diffèrent presque plus des fibres normales. Quoi de plus décisif pour montrer jusqu'à quel point la réunion d'un bout nerveux périphérique avec le bout central d'un nerf de fonctions différentes exerce une influence considérable sur la régénération de ce bout périphérique ? Et la démonstration est d'autant plus nette que la partie périphérique du nerf lingual, partie séparée des centres nerveux ou plutôt qui n'avait repris que des connexions bien imparfaites avec ces centres, offrait une régénération bien incomplète encore.

Chez le chien dont il va être question maintenant on avait réuni le bout central du nerf hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual ; on avait donc opéré en sens inverse de ce qu'on avait fait dans les cas précédents. Les résultats ont été les mêmes que dans ces cas.

Exp. V. — *Réunion du bout central du nerf hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual.* — Le 13 janvier 1863, sur un chien âgé de quatre mois au moins, on réunit, à l'aide d'un point de suture, le bout cen-

tral du nerf hypoglosse du côté droit au bout périphérique du nerf lingual du même côté, et l'on excise un long segment du bout périphérique du nerf hypoglosse.

Le 18 mai 1863, on cherche à mettre à nu les bouts réunis; mais on ne les trouve pas au milieu du tissu cicatriciel de la région. Comme, d'ailleurs, on n'est pas tout à fait certain du genre d'expérience subi par ce chien, on ne prolonge pas la recherche, et l'on excise un segment du nerf hypoglosse du côté gauche.

Le 14 août 1863, on cherche de nouveau à retrouver les nerfs qu'on suppose réunis du côté droit; mais on n'y réussit pas plus que la première fois. On trouve bien le bout central du nerf hypoglosse et une partie du nerf qui est réunie à ce bout; mais cette partie se perd bientôt dans un tissu cicatriciel résultant probablement de la dissection faite lors de la première recherche. L'animal est sacrifié par pendaison.

Du côté droit, après une longue dissection, on finit par découvrir les différents bouts des nerfs mis en expérience. Il y a un renflement considérable à l'extrémité terminale du nerf hypoglosse; il n'y a aucun renflement analogue aux extrémités des bouts périphériques.

Le bout périphérique du nerf hypoglosse est encore extrêmement altéré. Il n'y a plus que de très-rares séries linéaires de fines granulations dans les tubes nerveux de ce bout. On ne reconnaît aucun tube restauré.

Le bout périphérique du nerf lingual, au contraire, contient de très-nombreux tubes restaurés, grêles pour la plupart. Il y a encore quelques tubes vides, et même quelques rares séries de fines granulations graisseuses.

Ces deux bouts périphériques ont une teinte grisâtre presque semblable.

Du côté gauche, il y a un commencement de réunion entre les deux bouts disjoints du nerf hypoglosse, et cette réunion se fait par un cordon nerveux assez mince. Dans le bout périphérique, il y a encore des séries linéaires de granulations, mais il y a de nombreux tubes restaurés.

Une omission a été faite lorsque l'on a pris cette note. L'état de la réunion n'est point indiqué. Toutefois, en considérant que le bout périphérique du nerf lingual offrait une régénération très-étendue, tandis que le bout périphérique du nerf hypoglosse ne contenait aucun tube nerveux restauré, on doit croire que la réunion pratiquée avait réussi.

Dans les expériences que nous plaçons à la fin de cette série, la mort avait eu lieu à une époque bien plus rapprochée du jour de l'opération que dans les faits exposés jusqu'ici, et, à cause de cela même, elles présentent une importance assez grande en nous montrant à quel point est rapide la régénération qui se produit lorsque la réunion se maintient.

Exp. VI. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout*

périphérique du nerf hypoglosse. Le bout central du nerf hypoglosse est arraché. — Chien âgé de trois mois environ, opéré le 7 novembre 1863, mort le 8 janvier 1864. Les deux bouts qui avaient été maintenus en contact à l'aide d'un point de suture sont bien réunis, et la soudure se fait au milieu d'une masse un peu renflée et allongée d'un tissu cicatriciel grisâtre.

Le bout périphérique du nerf lingual n'a pas été suffisamment raccourci, et il semble qu'il y a un prolongement qui relie le tissu de cicatrice à l'extrémité de ce bout; mais l'examen microscopique de ce prolongement n'a pas été fait, et l'on ignore, par conséquent, s'il est formé de fibres nerveuses.

On examine les deux bouts périphériques qui ont à peu près la même teinte grisâtre. Dans le bout périphérique du nerf hypoglosse, il y a encore des tubes nerveux vides, affaissés; mais l'on voit, au milieu de ces tubes un nombre considérable de tubes régénérés, grêles pour la plupart, et dont quelques-uns cependant ont un diamètre qui se rapproche du diamètre normal.

Le bout périphérique du nerf lingual ne présente au contraire aucune fibre nerveuse régénérée; les fibres sont encore remplies en parties de granulations fines, groupéees, en certains points, sous forme de corps granuleux allongés et d'un diamètre correspondant à celui des fibres, disposés en séries parallèles.

Exp. VII. — *Réunion du bout périphérique du nerf hypoglosse avec le bout central du nerf lingual.* — Le 3 septembre 1861, on réunit sur un chien adulte le bout périphérique du nerf hypoglosse du côté droit avec le bout central du nerf lingual du même côté.

Le 28 octobre 1861, cinquante-cinq jours après l'opération, ce chien meurt. La réunion s'est bien maintenue; elle se fait au milieu d'une petite masse de tissu conjonctif dense.

Le bout périphérique du nerf lingual est très-altéré dans sa totalité. Le bout périphérique de l'hypoglosse contient, au milieu de tubes nerveux altérés, vides ou granuleux par places, de très-nombreux tubes nerveux régénérés, la plupart assez grêles, devenant facilement variqueux, quelle que soit leur largeur.

Exp. VIII. — *Réunion du bout central du nerf hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual.* — Le 14 mai 1861, sur un chien de trois mois environ, on réunit le bout central du nerf hypoglosse du côté gauche au bout périphérique du nerf lingual correspondant.

Ce chien meurt le 18 juin, trente-cinq jours après l'opération. La réunion s'est maintenue. Le bout périphérique du nerf lingual, examiné au microscope, offre des granulations très-petites et des tubes nerveux complets, très-grêles, qui paraissent bien être des tubes nerveux de nouvelle formation. Le bout périphérique du nerf hypoglosse est encore très-altéré; les granulations graisseuses qu'elle présente sont plus volumineuses que celles du nerf lingual; il ne contient pas de tubes nerveux restaurés.

Exp. IX. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 29 mai 1861, l'opération a été faite sur un chien âgé de vingt-neuf jours. Ce chien meurt vingt-huit jours après l'opération. La réunion ne s'est pas détruite. Les tubes nerveux sont en

voie de restauration dans le bout périphérique du nerf hypoglosse. Le bout périphérique du nerf lingual ne contient que de fines ganulations en séries linéaires parallèles. Il ne présente aucun tube restauré.

Les faits rassemblés dans cette première série ne peuvent pas assurément servir à démontrer qu'il s'établit entre deux nerfs de fonctions différentes (moteurs et sensitifs), réunis bout à bout, une continuité complète au point de vue physiologique; mais ils permettent tout au moins d'affirmer que le bout central d'un nerf sensitif peut avoir une grande influence sur la régénération du bout périphérique d'un nerf moteur lorsque ces deux bouts sont soudés l'un à l'autre, et que, lorsque la soudure a été faite en sens inverse, le bout central d'un nerf moteur exerce aussi une grande influence sur la régénération du bout périphérique du nerf sensitif avec lequel il est réuni. Lorsque le bout périphérique d'un nerf demeure isolé du centre nerveux, si l'animal est très-jeune, la régénération ne commence à être appréciable, comme nous l'avons fait voir, que quarante ou quarante-cinq jours après l'opération (1). Or, l'expérience IX offre un exemple de régénération déjà manifeste du bout périphérique du nerf hypoglosse soudé au bout central du nerf lingual vingt-huit jours seulement après l'opération; et l'expérience VIII fournit un exemple de régénération du bout périphérique du nerf lingual uni au bout central du nerf hypoglosse, régénération très-évidente trente-cinq jours après l'opération. Le chien de l'expérience IX avait vingt-neuf jours au moment où il a été opéré; le chien de l'expérience VIII avait trois mois. Quant à l'expérience VI, nous l'avons rapprochée de celles-ci, bien qu'il se soit écoulé deux mois entre le jour de l'opération et celui de la mort, parce que dans ce cas la régénération était déjà très-avancée dans le bout périphérique du nerf hypoglosse, soudé au bout central du nerf lingual, tandis qu'elle était encore nulle dans le bout périphérique de ce dernier nerf.

Si des jeunes animaux nous passons aux animaux plus âgés, nous voyons des faits qui paraîtront plus démonstratifs encore, puisque, ainsi que nous l'avons dit plus haut, chez les chiens adultes la régénération autogénique des bouts nerveux isolés

(1) *Recherches sur la régénération des nerfs séparés des centres nerveux.*

est un phénomène très-tardif et dont les premiers indices ne peuvent guère être constatés que plusieurs mois, un an même et plus après l'opération. L'expérience VII a été faite sur un chien adulte, et cependant, cinquante-cinq jours après l'opération, le bout périphérique du nerf hypoglosse, lequel avait été uni au bout central du nerf lingual, contenait deja de très-nombreux tubes régénérés. Tous nos autres faits témoignent d'ailleurs dans le même sens, et ces diverses expériences sont d'autant plus instructives que dans toutes nous trouvons pour ainsi dire la contre-épreuve à côté de la preuve. En effet, le bout périphérique qui avait été laissé de côté, et dont on avait même excisé une portion plus ou moins longue pour l'empêcher de venir prendre part à la réunion, est demeuré plus ou moins isolé; et, en consultant les observations, il est facile de voir que ce bout périphérique est toujours dans un état bien différent de celui du bout périphérique voisin, soudé par l'opération au bout central du nerf de fonction différente. On peut citer comme exemple l'expérience III, dans laquelle, sept mois après la réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse, ce dernier bout nerveux présentait une restauration très-avancée, tandis que le bout périphérique du lingual était encore très-altéré dans sa totalité. Dans les autres expériences, des différences analogues se retrouvent toujours entre le bout périphérique soudé et le bout périphérique de l'autre nerf; mais quelquefois l'on n'a point excisé une assez longue portion de ce dernier bout, de façon qu'il a pu, au moyen de quelques fibres nerveuses de nouvelle formation, se trouver de nouveau en rapport, très-incomplétement il est vrai, avec son bout central, et participer ainsi quelque peu à l'influence régénératrice du centre nerveux par l'intermédiaire de ce bout. Aussi, dans ces cas, les différences entre les deux bouts périphériques, bien que très-grandes, sont-elles un peu moins considérables que dans le cas cité comme exemple.

Et maintenant n'est-il pas inutile de chercher à prouver que la régénération du bout nerveux périphérique porte bien sur les divers éléments de ce bout? Faut-il nous attacher à démontrer que, dans le cas où le bout périphérique du nerf hypoglosse est soudé au bout central du nerf lingual, les tubes nerveux moteurs se régénèrent dans ce bout, aussi bien que les tubes

nerveux destinés à d'autres fonctions? Évidemment ce sont là des questions qu'on pouvait soulever alors qu'on n'avait pas encore constaté le passage des excitations du bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse, mais qui n'ont plus de raison d'être aujourd'hui, le fait de cette transmission ayant été mis hors de doute par nos expériences (1). Déjà d'ailleurs les faits observés par MM. Gluge et Thiernesse et par M. Ambrosoli avaient donné la preuve de la régénération des fibres motrices dans le bout nerveux périphérique, car ces auteurs avaient vu que l'excitation du tissu de cicatrice unissant les deux bouts, ou du bout périphérique lui-même, détermine des contractions dans les muscles auxquels se distribue ce bout périphérique.

M. Schiff, ainsi que nous l'avons déjà dit, n'ayant eu sous les yeux que des cas dans lesquels l'état anatomique et physiologique avait été étudié trop peu de temps après l'opération, avait cru que les fibres régénérées dont il constatait la présence au milieu des fibres atrophiées du bout périphérique du nerf lingual étaient exclusivement des fibres vaso-motrices qui devaient leur régénération à l'union qu'elles avaient contractée avec les fibres de même nature contenues dans le bout central du nerf hypoglosse. N'eussions-nous à notre disposition que les faits de la première série, nous pourrions encore prouver le peu de fondement de cette interprétation, en montrant qu'elle ne peut rendre compte de la régénération totale ou presque totale qu'a présentée dans certains cas le bout périphérique soudé.

Les phénomènes de la régénération sont les mêmes dans les cas de réunion de deux bouts nerveux de fonctions différentes que dans les cas de simple section ou d'excision pratiquées sur un nerf. Nous avons toujours vu le bout périphérique subir, comme l'a démontré M. Waller, une dégénération complète jusqu'à ses dernières extrémités; l'évolution de l'altération était exactement telle que l'a décrite ce physiologiste et que nous l'avons observée un bien grand nombre de fois. La régénération n'offrait non plus aucun trait particulier qui ne se retrouve dans les autres cas de régénération nerveuse; elle était d'autant plus prompte que l'animal était plus jeune. Jamais nous n'avons vu chez les chiens adultes les premiers tubes régénérés

(1) Voir plus loin les expériences de la seconde série.

apparaître avant qu'il ne se fût écoulé une cinquantaine de jours depuis celui de l'opération (1). Chez tous les animaux que nous avons mis en expérience la réunion des bouts conjoints s'est faite au milieu d'un tissu cicatriciel formant un renflement plus ou moins volumineux ; nous n'avons pas été assez heureux pour observer, comme M. Schiff l'a vu dans trois cas, des réunions assez régulières pour qu'il n'y eût pas de difformité à l'endroit où ces réunions avaient lieu.

A cause même du tissu cicatriciel le plus souvent irrégulier qui enveloppait les deux bouts unis ensemble, il nous a été impossible d'étudier directement le mode de coaptation des tubes nerveux aboutés. Aussi ne saurions-nous dire s'il s'établit bien réellement une continuité parfaite entre les extrémités rapprochées de ces tubes nerveux. Quoique l'on soit tenté d'admettre que les choses se passent ainsi, il faut pourtant reconnaître que ce n'est là qu'une hypothèse. Les réunions si régulières que l'on obtient entre les deux bouts d'un nerf que l'on a coupé en travers, ou dont on a excisé un segment, celles dont nous venons de parler et qu'a observées M. Schiff, militent fortement en faveur de cette hypothèse ; mais d'autre part il y a des faits à l'aide desquels on pourrait peut-être la combattre. Ces faits sont ceux dans lesquels on voit les deux bouts périphériques des nerfs mis en expérience se régénérer totalement sous l'influence du seul bout central que l'on a conservé et avec lequel ils se sont tous deux réunis au milieu d'un tissu cicatriciel commun (2). Pour expliquer ces faits, il faudrait de

(1) M. Schiff (*loc. cit.*) et M. Ambrosoli (*loc. cit.*) nous paraissent rapprocher beaucoup trop du jour de l'opération le moment où commence la régénération. M. Ambrosoli aurait vu des tubes nerveux se régénérer au bout d'une ou de deux semaines et s'accorde ainsi avec M. Schiff, qui, se fondant sur la disparition de la rougeur de la langue comme indice de la réunion et de la régénération des fibres vaso-motrices, paraît croire que cette régénération peut commencer au bout de neuf jours.

(2) 1° Chien âgé de 5 mois environ, opéré le 6 janvier 1862. Réunion du bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse. Le chien est sacrifié le 6 juin 1862. Le bout périphérique de l'hypoglosse est galvanisé. Contractions de la langue. Les bouts périphériques du nerf lingual et du nerf hypoglosse sont tous les deux entièrement régénérés.

2° Un autre chien du même âge, opéré de même le même jour. Mort le 28 juillet 1862. Les deux bouts périphériques sont complétement régénérés.

3° Voir l'expérience XIV.

L'expérience I pourrait être discutée à ce point de vue ; car il n'est pas du tout certain qu'il se soit fait une soudure bout à bout des fibres du nerf hypoglosse avec celles du cordon cervical du grand sympathique.

toute nécessité admettre que l'influence régénératrice transmise par chaque fibre du bout central du nerf lingual a pu agir sur plusieurs des tubes nerveux des bouts périphériques, et l'on serait ainsi amené à conclure que la réunion bout à bout des fibres du bout central avec les fibres des bouts périphériques n'est pas une condition indispensable de l'influence régénératrice des premières sur celles-ci. Mais ce sont des faits à revoir et à étudier avec le plus grand soin.

Quel que soit du reste le mode des connexions qui s'établissent entre un des bouts d'un nerf sensitif et le bout opposé d'un nerf moteur, les faits que nous venons de rapporter montrent donc que l'influence régénératrice du centre nerveux peut être transmise par le bout central de l'un (moteur ou sensitif) au bout périphérique de l'autre (sensitif ou moteur). Nous devons à présent faire voir que, lorsque la régénération du bout périphérique est suffisamment avancée, les excitations de l'un des bouts peuvent se propager à l'autre. Nous ne citerons ici que des cas dans lesquels on a soudé le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse.

(*La suite au prochain numéro.*)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DE LA NITROBENZINE

PAR MM.

Auguste OLLIVIER et Georges BERGERON

C'est en soumettant la nitrobenzine à l'action de l'hydrogène à l'état naissant, c'est-à-dire en la mélangeant avec de l'eau, du zinc et de l'acide sulfurique que l'on obtient, dans l'industrie, l'aniline au meilleur compte possible. Les raisons qui nous ont fait entreprendre, de préférence à tout autre poison, l'étude des réactions physiologiques de l'aniline, nous ont conduits à étudier la nitrobenzine au même point de vue. C'est, du reste,

une substance trop bien connue pour qu'il soit nécessaire de donner sa formule ou de rappeler ses principales propriétés.

La nitrobenzine exhale une odeur forte d'amandes amères; cette odeur pénétrante s'attache aux vêtements et persiste longtemps après que l'on s'est servi de la substance elle-même. Aussi la nitrobenzine est surtout employée par les parfumeurs pour remplacer, dans les savons et les pâtes de toilette, l'essence d'amandes amères; on s'en sert quelquefois, à très-faible dose, comme arome de table; on a également conseillé et appliqué la nitrobenzine en frictions pour guérir de la gale et des affections parasitaires.

Ses usages sont donc nombreux et variés, et comme la nitrobenzine est un poison à des doses relativement peu élevées, il est intéressant, non-seulement au point de vue toxicologique, mais surtout sous le rapport de l'hygiène industrielle, de bien préciser quelles sont les réactions physiologiques de cette substance toxique.

Exp. I. Le 12 avril nous avons fait avaler à un cochon d'Inde dix à douze gouttes de nitrobenzine : l'animal, après s'être agité et avoir rejeté des spumes en abondance, est resté quelque temps immobile et sans frissonnement; puis il s'est remis à courir de nouveau et n'a paru nullement incommodé par la quantité de nitrobenzine qui lui avait été administrée.

Exp. II. Le même jour nous avons fait avaler à un autre cochon d'Inde environ 3 grammes de nitrobenzine : l'expérience fut commencée à 2 h. 12 m.; vers 2 h. 40 m., l'animal fut pris de frissons sans secousses convulsives; les battements du cœur étaient très-petits et très-précipités, la respiration saccadée. A 3 h. 10 m. l'animal fléchit sur son train de derrière et tombe sur le flanc droit; le frissonnement persiste, mais il n'y a que de très-rares secousses. L'animal est mort quelques moments avant 4 heures.

Exp. III. Le 15 avril, nous avons mis à nu sur une grenouille la cuisse et la jambe du côté droit, et sur les muscles ainsi dénudés, nous avons répandu quelques gouttes de nitrobenzine : le muscle, examiné très-longtemps après avoir été ainsi préparé, est toujours resté sensible à l'excitant électrique et n'a présenté aucune trace d'altération dans la structure de ses fibres élémentaires.

Exp. IV. Nous avons sur une grenouille vivante mis à nu le cœur et nous y avons répandu deux ou trois gouttes de nitrobenzine : il n'y a pas eu de modification dans les battements du cœur.

Exp. V. Dans une expérience faite à Alfort sur un chien vigoureux et de forte taille, nous avons fait avaler à l'animal une première fois 6 grammes, et une demi-heure après, 4 à 5 grammes de nitrobenzine. L'expérience fut commencée à midi 40 m. L'animal parut fort agité et rendit en abondance des spumes épaisses; mais il ne vomit pas. Bientôt il se blottit dans

un coin de l'amphithéâtre et resta presque immobile. A 1 h. 20 m. il fut pris d'une véritable chorée; il agitait et secouait sa tête convulsivement, la langue pendante au dehors, les yeux vifs et animés. Ce manége dura environ 6 minutes, après quoi l'animal redevint immobile. Cette expérience avait eu pour témoins quelques-uns des élèves d'Alfort; nous leur recommandâmes, comme le chien était encore vigoureux et que rien n'annonçait qu'il dût prochainement mourir, de bien observer à quel moment apparaîtrait le frissonnement et à quel moment la paralysie du train postérieur : on n'a noté le frisson qu'à partir de 5 heures de l'après-midi, la paralysie environ une heure après, et le lendemain matin, l'animal était trouvé mort et roidi.

On fit l'autopsie, et on eut soin de mettre à part le poumon et le foie, et de recueillir le sang en divers points dans le cœur, dans l'artère pulmonaire, dans la veine porte, dans la jugulaire.

Le sang était visqueux, poisseux; sa couleur était sensiblement la même qu'à l'état normal; les globules étaient peu altérés, mais ils étaient mêlés de fines gouttelettes huileuses que nous avons reconnues être de la nitrobenzine. Le cerveau, la moelle étaient intacts, les méninges congestionnées, le poumon engoué, les veines turgides, la langue et le museau violacés: cette coloration tenant seulement, dans ce cas, ainsi que nous l'avons vérifié, à la stase du sang dans les capillaires. L'animal était mort avec des symptômes évidents d'asphyxie : le cœur était dilaté, rempli de sang poisseux, mais sans caillot. Tous les organes, les muscles, la peau dénudée exhalaient l'odeur de la nitrobenzine. Nous avons dû rechercher dans les divers organes et dans les quelques échantillons de sang que nous avions mis à part, s'il existait de l'aniline en outre de la nitrobenzine, et comme nous avions eu soin, avant l'expérience, de bien vérifier que notre nitrobenzine ne renfermait pas la moindre trace d'aniline, il devenait par cela même bien évident que la petite quantité d'aniline que nous pouvions retrouver dans les divers organes était le résultat des transformations subies par la nitrobenzine. Nous avons partout retrouvé des traces d'aniline, en employant comme réactif une solution peu étendue d'un mélange d'hypirochlore de soude et de chaux; nous en avons surtout trouvé dans le rein, dans le poumon et dans le foie. Mais la quantité d'aniline que l'on retrouvait, comparée à tout ce qui restait, dans le corps de l'animal, de nitrobenzine non encore altérée, prouve bien, ainsi que nous le dirons plus loin, que la nitrobenzine est par elle-même une substance toxique et qu'elle n'empoisonne pas seulement en se transformant lentement en aniline dans le sein de l'organisme vivant.

Exp. VI. Cette expérience fut faite le 4 juin, sur un jeune chien, que nous avons soumis, à partir de cette époque jusqu'au vingtième jour du même mois, à une ingestion journalière de 2 à 3 grammes de nitrobenzine. Lorsqu'on sacrifia l'animal il n'y avait pas d'aniline dans le sang, dans le rein, dans le poumon; mais il fut facile d'en déceler la présence dans la rate et surtout dans le foie.

Les expériences précédemment rapportées prouvent évidem-

ment que la nitrobenzine, lorsqu'on en fait avaler aux animaux une quantité variable suivant l'espèce d'animal mis en expérience (2 à 6 grammes pour un cochon d'Inde, 8 à 10 grammes pour un chien), amène la mort dans un temps qui varie entre deux et six à huit heures. Si nous comparons maintenant les résultats que nous ont donnés les expériences faites avec la nitrobenzine et celles que nous avons faites avec l'aniline et qui sont rapportées dans un précédent mémoire, nous pourrons en conclure que :

I. La mort survient plus lentement chez les animaux empoisonnés par la nitrobenzine que chez ceux empoisonnés par l'aniline, et cela quand on opère avec des doses égales de poison et dans des conditions à peu près identiques, et qui rendent les expériences sensiblement comparables entre elles.

II. Lorsque la nitrobenzine est donnée chaque jour à très-faibles doses, elle s'élimine en partie, mais il en reste toujours une certaine quantité qui s'accumule, à l'état d'aniline, dans la rate et surtout dans le foie.

III. La nitrobenzine s'élimine à la fois à l'état d'aniline, de nitrobenzine non décomposée et d'acide picrique.

On retrouve de l'aniline et des traces d'acide picrique dans l'urine, et il s'exhale par le poumon de l'aniline et de la nitrobenzine. Cette forme de l'élimination est une des particularités les plus curieuses de son histoire : cela tient surtout à la faculté avec laquelle les derivés du benzol se décomposent, le benzol donnant la nitrobenzine, la nitrobenzine de l'acide picrique, ou de l'aniline.

IV. Les animaux empoisonnés par la nitrobenzine meurent avec des signes non douteux d'asphyxie ; et on explique mieux par la stase du sang dans les capillaires périphériques la turgescence violacée de la langue, de la muqueuse linguale, etc., que par l'hypothèse de la production de derivés colorés (fuchsine, violet d'aniline, etc.).

V. Les accidents qui précèdent la mort sont à peu près de même nature que dans l'empoisonnement par l'aniline ; il y a cependant quelques différences : ainsi, l'animal est pris de frissons, mais il n'y a pas de mouvements convulsifs de tout le corps, comme cela a lieu dans l'empoisonnement par l'aniline.

VI. La nitrobenzine ne paraît pas produire d'altérations immédiates sur le sang, les muscles, le cœur, les nerfs, etc.

VII. Il nous reste à formuler une dernière conclusion : elle a trait à l'action toxique des vapeurs de nitrobenzine. Il nous est arrivé de mettre de petits animaux, des cochons d'Inde, de jeunes chats sous une vaste cloche de verre présentant deux tubulures latérales pour que l'air puisse toujours la remplir suffisamment et que l'on n'ait point à redouter, sur les animaux mis en expérience, les effets de l'air confiné.

En maintenant les animaux sous cette cloche, nous saturions de nitrobenzine l'air qu'elle renfermait. Au bout d'un temps qui variait entre 2 et 5 heures environ, les animaux mouraient sous la cloche, chancelants, frissonnants, paralysés du train postérieur, tels en un mot qu'ils succombent lorsqu'ils sont directement empoisonnés par la nitrobenzine.

Il résulte donc, comme conséquence dernière des expériences que nous avons faites, que les vapeurs de nitrobenzine, lorsqu'elles sont respirées en trop grande quantité, peuvent occasionner des accidents graves et même être suivies de mort.

C'est là une question qui intéresse à un haut degré l'hygiène industrielle, puisqu'elle a trait à une substance usuelle, et nous en trouvons la solution tout entière dans la physiologie expérimentale.

MÉMOIRE

SUR LE

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

DES FIBRES MUSCULAIRES DE LA VIE ANIMALE ET DU CŒUR

PAR LE DOCTEUR

Charles ROUGET

Professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier.

(PLANCHE IV)

Dans une précédente communication j'ai essayé de démontrer que les tissus contractiles consistent essentiellement en fibrilles onduleuses ou granuleuses, seul véritable élément ana-

tomique de ces tissus; que les faisceaux ou les fibres primitives à noyaux ne sont autre chose que des agglomérations plus ou moins complexes de fibrilles réunies par des membranes de tissu conjonctif, auxquelles appartiennent exclusivement les noyaux des prétendus éléments cellulaires des muscles.

Contrairement à l'opinion généralement acceptée aujourd'hui, j'ai établi que la substance contractile proprement dite n'était dans aucune de ses formes composée de cellules et ne présentait chez aucune espèce animale des rapports ou des analogies avec les formations cellulaires.

Ces propositions, basées sur l'étude des tissus contractiles complétement développés, trouvent une confirmation absolue dans l'observation de l'évolution de ces tissus, tant chez l'embryon des vertébrés supérieurs que dans la série animale. Ce sont les preuves tirées du développement embryonnaire que j'ai l'honneur d'exposer aujourd'hui devant l'Académie. Schwann, Valentin, Henle, Kölliker ont soutenu que les fibres musculaires se développent de cellules qui se soudent les unes aux autres, ou, s'allongeant seulement, restent isolées et conservent pendant toute la vie le type des formations cellulaires.

Cette opinion, plus ou moins modifiée seulement quant à des détails secondaires, règne aujourd'hui presque sans contestation. Lebert et plus récemment Margo ont décrit comme éléments primordiaux des muscles des corps cellulaires, myoplastes ou sarcoplastes; Leydig considère les faisceaux primitifs des muscles striés comme formés par plusieurs séries de cellules soudées; Ch. Robin croit avoir vu les muscles se développer par une espèce de germination de fibrilles aux extrémités de noyaux musculaires.

Il résulte nécessairement comme conséquence commune de l'opinion de tous ces observateurs, que les organes contractiles ne se constituent que graduellement, par la soudure, la fusion successive de centres de formation primitivement isolés et distincts les uns des autres.

Mes observations m'ont conduit à des conclusions entièrement opposées à celle qui précède; de même que chez l'adulte les prétendues fibres-cellules ne sont qu'un produit d'altération ou de rupture des faisceaux de fibrilles musculaires, de même

chez l'embryon, les sarcoplastes, les myoplastes, les noyaux myoplastiques résultent d'écrasement, de déchirures, de ruptures, si faciles à cette époque, des parties constituantes du tissu contractile. Les cellules embryonnaires, auxquelles on a également attribué la formation des éléments musculaires, sont tout à fait étrangères à la substance contractile, et appartiennent principalement à la substance conjonctive. Dès les premières heures de l'apparition d'un muscle, la substance contractile est développée au même degré et continue dans toute l'étendue de l'organe. Les périodes ultérieures de l'évolution consistent en accroissement et segmentation des parties déjà existantes, et nullement en adjonction et soudures de parties nouvelles.

Dans les muscles de la vie animale la substance contractile à l'époque de sa première apparition consiste en stries linéaires granuleuses, auxquelles un certain degré de cohésion fait seul défaut pour qu'elles puissent être isolées en fibrilles semblables à celles des muscles complétement développés. — Ces stries linéaires continues d'une extrémité à l'autre de l'organe sont comme plongées dans une gangue liquide ou demi-liquide, très-riche en noyaux arrondis : cette gangue et ces noyaux représentent la forme embryonnaire du tissu conjonctif des muscles. A cette période le muscle est un tout indécomposable, il est impossible d'en isoler naturellement rien qui ressemble à un élément anatomique. Les tentatives faites dans ce but n'aboutissent qu'à la séparation violente et irrégulière de fragments de substance musculaire, qui renferment un ou plusieurs noyaux et des portions plus ou moins étendues du mucus conjonctif et des stries fibrillaires.

Plus tard la substance unitive augmente de cohésion, se condense en membranes; celles-ci, à la suite d'une espèce de segmentation longitudinale, enferment un certain nombre de fibrilles, de la substance conjonctive demi-liquide et des séries de noyaux. Des cylindres canaliculés peuvent alors être isolés naturellement. Ils s'étendent sans interruption, sans présenter ni renflements, ni rétrécissements naturels, dans toute la longueur du muscle. Les noyaux occupent la partie centrale de ces cylindres : d'abord assez écartés les uns des autres, ils se multiplient au point que, serrés les uns contre les autres, séparés seulement par un peu de mucus conjonctif riche en glo-

bules graisseux, ils forment une série continue dans le canal central des cylindres musculaires. Ce sont ces cylindres qu'on a considéré à tort comme des fibres musculaires embryonnaires résultant de la soudure de cellules, représentées encore par leurs noyaux. Ces cylindres ne sont nullement des fibres primitives, ils ne sont que le premier état de segmentation de la masse musculaire primitive. Ils ne se transforment pas directement en faisceaux primitifs, par l'effacement de la cavité centrale et la disparition plus ou moins complète des noyaux : ils correspondent en réalité aux faisceaux secondaires ou tertiaires, et c'est par des segmentations successives qu'ils se décomposeront en fibres ou faisceaux primitifs. En effet, ces cylindres à cordon nucléaire central ont pour la plupart un diamètre quatre à cinq fois plus considérable que celui des faisceaux primitifs à l'époque de la naissance; mais ils se distinguent surtout de ces derniers par la présence de noyaux situés au centre des cylindres contractiles et sans connexion avec le sarcolemme, tandis que dans les faisceaux primitifs striés des mammifères, après la naissance, on ne rencontre ces noyaux qu'à l'extérieur de la substance contractile du faisceau et en connexion intime avec le sarcolemme périphérique. Les faisceaux primitifs des muscles striés naissent des cylindres embryonnaires de la façon suivante :

Le cylindre primitif croît en longueur et en épaisseur par l'accroissement de la couche corticale de fibrilles : les noyaux de la cavité centrale s'écartent les uns des autres; des fissures parallèles à l'axe, partant de cette cavité centrale, divisent la couche corticale en segments de plus en plus distincts, en même temps la substance conjonctive, se condensant et se solidifiant sur les parois des fissures, forme à chaque segment du cylindre un sarcolemme distinct. Le sarcolemme primitif du cylindre, s'épaississant de son côté, se divisant en lamelles et en fibres, devient un véritable *perimysium*. Le cylindre embryonnaire s'est transformé en faisceau secondaire, dont les segments pourvus de leur sarcolemme représentent les faisceaux primitifs. Les noyaux qui occupaient le centre du cylindre se trouvent maintenant au point de jonction et dans l'épaisseur des cloisons de tissu conjonctif à la périphérie des segments, des faisceaux de fibrilles contractiles. Ceux-ci peuvent à leur tour se segmenter encore, et des générations plus

ou moins nombreuses de faisceaux primitifs proviennent ainsi d'un seul cylindre embryonnaire.

Quant aux stries fibrillaires primitives, devenues par un simple accroissement de cohésion de véritables fibrilles, elles croissent en nombre probablement par une segmentation analogue à celle des faisceaux eux-mêmes.

En effet, des faisceaux primitifs striés de mammifères, qui à l'état adulte sont manifestement divisés à l'intérieur en segments, en groupes prismatiques ou cylindriques de fibrilles, ces faisceaux, au moment de la naissance, ne montrent d'autres divisions intérieures que celles des fibrilles, beaucoup moins nombreuses que chez l'adulte; lorsque plus tard le nombre des fibrilles augmente et qu'elles se massent dans l'intérieur du faisceau en groupes distincts, cela semble résulter de ce qu'une fibrille embryonnaire est devenue par des segmentations successives le centre de formation de chacun de ces groupes.

Les détails qui précèdent s'appliquent spécialement aux muscles de la vie animale, et sont le résumé de nombreuses observations faites sur des embryons d'oiseaux et de mammifères (*lapin*, *lièvre*, *porc*, *mouton*, *veau*, *homme*).

Les muscles de la vie organique des vertébrés ne présentent à aucune époque les cylindres creux à canal central rempli de noyaux pressés les uns contre les autres. A cette différence près, l'évolution est la même. La masse musculaire primitive se divise en fibres ou groupes de fibrilles, dans lesquels les noyaux de substance conjonctive sont situés, tantôt au centre, tantôt à la périphérie. Le nombre des fibres augmente par des segmentations successives des groupes primitifs de fibrilles; on observe en même temps la prolifération des corps cellulaires de la substance conjonctive et la condensation de celle-ci en lames et en lamelles.

L'hypertrophie des muscles lisses, accidentelle ou normale, comme celle de la tunique musculaire de l'utérus, résulte d'une évolution et de segmentations successives, en tout semblables à celles de l'état embryonnaire.

Le développement des fibres musculaires du cœur ne diffère pas, à beaucoup près, autant qu'on l'a cru de celui des autres fibres musculaires. Les prétendues cellules musculaires ramifiées et anastomosées n'existent pas plus là que les cellules

soudées en séries dans les faisceaux primitifs des muscles striés.

Dès qu'on peut apercevoir nettement les battements du cœur chez l'embryon de poulet, vers la trente-sixième heure, on constate que la tunique musculaire, interposée aux grandes cellules du péricarde et à celles de l'endocarde, forme un réseau complet à mailles entre-croisées, analogue à ce que l'on observe si nettement chez l'adulte dans les points les plus minces de la paroi des oreillettes. Ce réseau très-délicat, que la pression ou la distension transforme en un magma confus, demi-liquide, est essentiellement constitué par des stries fibrillaires, granuleuses, pâles, empâtées dans une substance conjonctive, homogène, parsemée de granulations moléculaires graisseuses, brillantes, et de noyaux nombreux et rapprochés, moins cependant que dans les muscles de la vie animale. La substance conjonctive périphérique des trabécules du réseau se solidifie d'abord, enfermant les stries fibrillaires dans des espèces de gaînes anhystes plus ou moins résistantes. A cette époque les fragments du réseau, dilacérés et munis de noyaux, présentent l'aspect des prétendues cellules musculaires ramifiées et anastomosées. Le développement ultérieur se borne à l'accroissement et à la segmentation des trabécules du réseau, d'après un mode qui se rapproche beaucoup de celui des muscles lisses de la vie organique. Les cylindres à série centrale de noyaux font, en effet, également défaut ici; les trabécules du réseau se segmentent directement en faisceaux primitifs, caractérisés par un sarcolemme très-délicat et par la présence des noyaux plasmatiques, aussi bien au centre qu'à la périphérie des faisceaux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

NOTA. Les figures ont été dessinées à la chambre claire à un grossissement de 400 diamètres environ (obj. 5, ocul. 1, de Nachet). Pour les fig. 4 et 9 le grossissement a été de 500 diamètres (obj. 6, ocul. 1, Nachet).

FIG. 1. A et B, fragments d'un muscle rachidien d'embryon de poulet au 3e jour de l'incubation. — *a*, noyaux ou corpuscules plasmatiques; *b*, fibrilles contractiles; *c*, gangue plasmatique (substance conjonctive embryonnaire); *d*, corpuscules adhérents à des débris de fibrilles rompues (prétendus sarcoplastes ou myoplastes).

Fig. 2. Fragment de muscle rachidien d'un embryon de lapin de 9 millimètres de long. — Mêmes indications que pour la figure précédente.

Fig. 3. Fragment d'un muscle d'embryon de poulet du 4e au 5e jour de l'incubation. — *a*, corpuscules plasmatiques; *b*, fibrilles contractiles et plasma liquide interstitiel; *c*, plasma condensé en sarcolemme membraneux à la périphérie des groupes de fibrilles et de corpuscules constituant dès lors des éléments musculaires, cylindres primaires distincts.

Fig. 4. Cylindre primaire d'un muscle du moignon de l'aile; embryon de poulet du 6e au 7e jour de l'incubation; — *a*, corpuscules plasmatiques régulièrement groupés en série dans le canal central du cylindre primaire; *b*, fibrilles contractiles; *c*, sarcolemme; *a'*, corpuscules refoulés et agglomérés par suite des manœuvres de la préparation dans une dilatation artificielle du canal central (les fibres musculaires d'embryon humain données par Kœlliker, dans la dernière édition de son manuel d'histologie, représentent comme l'état normal des cylindres primaires altérés par de semblables manœuvres).

Fig. 5. Cylindres primaires, A, d'un embryon de veau de 16 centim. de long; B, d'un embryon de mouton de 2 mois environ; — *a*, corpuscules plasmatiques; *b*, fibrilles contractiles; *c*, plasma glycogène avec granulations graisseuses; *c'*, sarcolemme.

Fig. 6. A. Coupes transversales des cylindres primaires d'un embryon de veau de 16 centimètres; *a*, corpuscules plasmatiques; *c*, canal ou lacune plasmatique centrale; *d*, fissures partant de la lacune centrale et pénétrant dans la masse contractile, qui commence à se partager en segments distincts; *c'*, sarcolemme. — B. Coupe transversale d'un cylindre un peu plus avancé dans son évolution, et dans lequel les fissures ont presque achevé la segmentation en faisceaux primitifs; *a'*, corpuscules plasmatiques, et *c''*, lames et fibres de tissu conjonctif interstitiel.

Fig. 7. Faisceau primitif d'un embryon de veau, dans l'avant-dernier mois de la gestation. — *a*, corpuscules plasmatiques situés à la périphérie du faisceau, et adhérents au sarcolemme *c*.

Fig. 8. Fragment du réseau musculaire du cœur d'un embryon de poulet, vers la 36e heure de l'incubation. — *a*, corpuscules plasmatiques; *b*, fibrilles contractiles; *c*, plasma conjonctif avec granulations graisseuses; *d*, cellules de l'endocarde apparaissant dans les vides des mailles du réseau.

Fig. 9. Fragment analogue au précédent vers la 50e heure de l'incubation. — *a, b, c*, mêmes indications que dans la fig. 8.

Fig. 10. Fragment du réseau musculaire du ventricule du cœur d'un embryon de poulet au 4e jour de l'incubation. — La substance conjonctive *c'* commence à se condenser en membranes à la périphérie des fibres primitives. — *a, b, c*, comme à la fig. 8.

NOUVELLES EXPÉRIENCES

SUR LA

RÉGÉNÉRATION DES OS

RÉGÉNÉRATION DES OS COURTS

PAR LE DOCTEUR

L. OLLIER

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

Quoique depuis longtemps discutée, la question de la régénération des os est pleine d'inconnu; il y a une foule de points qui n'ont été qu'effleurés ou qu'on n'a pas même abordés. Il ne s'agit pas seulement, en effet, de déterminer d'une manière générale le rôle du périoste, il faut encore savòir comment il se comporte à l'égard des divers os et des diverses portions d'un même os. Tous les os ne possèdent pas à un égal degré la propriété de se régénérer, et dans un même os, il y a des portions dont l'ablation ne peut jamais être réparée.

Les principales expériences qui ont été faites jusqu'ici ont porté sur la diaphyse des os longs, et la régénération de cette partie ne peut plus faire l'objet d'un doute aujourd'hui; mais la régénération des épiphyses est plus contestée. Quelques auteurs l'ont niée, et il importe de connaître dans quelle mesure elle a lieu et dans quelles conditions elle s'opère. Il y a là au point de vue chirurgical un véritable intérêt, car dans les résections articulaires, ces parties sont intéressées, et il est utile de savoir si on peut espérer leur reproduction par la conservation du périoste.

D'autre part, les os courts ont rarement attiré l'attention des expérimentateurs; on peut même dire qu'on ne sait rien de positif à leur sujet, la science ne possédant autre chose que quelques expériences de Heine sur les vertébres et les os du bassin.

C'est pour aider à combler ces deux lacunes que nous allons rapporter ici les résultats de quelques expériences.

I. RÉGÉNÉRATION DES ÉPIPHYSES DES OS LONGS.

Nous avons plus particulièrement expérimenté sur le radius. La situation et les dimensions de son extrémité inférieure le rendent très-propice à l'étude des phénomènes de la régénération. Le cubitus sert d'attelle, et l'animal, marchant sur trois pattes, n'appuie pas sur le membre malade.

EXP. I. — *Résections comparatives de la diaphyse et de l'épiphyse.* — Le 17 novembre 1862, sur un jeune chat de trois mois, j'ai enlevé le même jour : à droite, le tiers inférieur de l'os, comprenant toute l'épiphyse, le cartilage de conjugaison et une portion de la diaphyse ; à gauche, une longueur d'os égale à la précédente, mais portant complétement sur la diaphyse. Le périoste fut conservé avec soin dans l'un et l'autre cas. La plaie fut réunie par des points de suture nombreux. Il n'y eut pas de suppuration, malgré une tuméfaction assez considerable des membres. Dix jours après tout était réuni. L'animal fut tué quarante-six jours après. Voici ce que nous constatâmes à l'autopsie :

A droite, du côté où l'épiphyse a été enlevée, la plaie est parfaitement cicatrisée ; il n'y a plus de tuméfaction des parties molles. La portion enlevée est remplacée par une masse osseuse presque aussi volumineuse que la portion correspondante du radius du côté opposé. Elle a une surface inégale ; on y distingue des gouttières pour le glissement des tendons. En le partageant par une section longitudinale, on voit que cette masse osseuse de nouvelle formation se compose de trois parties distinctes. Une, continuant la diaphyse, formée de tissu encore compacte avec quelques vacuoles centrales indiquant le canal médullaire qui se serait formé plus tard ; les deux autres, représentant l'épiphyse, unies entre elles par un tissu fibro-cartilagineux. Ces deux derniers noyaux osseux sont séparés de la portion qui continue la diaphyse par un véritable cartilage, ressemblant par la couleur, qui est opaline bleuâtre, au cartilage de conjugaison normal. Ce cartilage présente au microscope des cavités de cartilage parfaitement accusées, offrant même la disposition en séries qu'on observe dans le cartilage de conjugaison normal.

A gauche, la portion de la diaphyse retranchée est complétement reproduite, il y a une masse osseuse à surface encore rugueuse, à direction un peu sinueuse aussi large que la diaphyse elle-même, quoique un peu moins épaisse, mais unissant solidement les deux bouts l'un à l'autre. L'animal s'appuyait sur ses membres au moment où nous l'avons sacrifié. Du côté où l'épiphyse a été enlevée la patte était seulement un peu infléchie ; elle formait un angle de 160 degrés avec le bord radial du membre.

On voit, par cette double expérience, que les épiphyses se

reproduisent parfaitement et avec rapidité. Dans la portion reproduite, on reconnaissait deux masses osseuses principales séparées par une couche cartilagineuse. L'une de ces masses occupait la place de l'épiphyse, l'autre se continuait avec la diaphyse. La portion cartilagineuse intermédiaire représentait donc le cartilage de conjugaison.

La présence de cette portion cartilagineuse nous paraît un fait important à consigner, car elle nous explique comment une portion osseuse reproduite est susceptible d'un certain accroissement. S'il n'y avait eu qu'un seul noyau osseux, l'accroissement ultérieur de l'os eût été considérablement gêné. Mais tant que subsiste ce cartilage intermédiaire, l'os nouveau s'accroît par un mécanisme comparable à celui des os sains. Malheureusement ce cartilage n'est pas aussi durable que le cartilage de conjugaison normal; il s'ossifie au bout d'un temps variable, et alors l'accroissement est enrayé.

Sur des lapins que nous avons laissé vivre six et huit mois après des opérations semblables, nous avons vu l'os reproduit s'accroître pendant un certain temps, sans jamais acquérir cependant la longueur de l'os semblable du côté sain.

Dans une autre expérience, nous avons vu ce cartilage intermédiaire de nouvelle formation persister pendant trois mois et demi d'une manière très-évidente.

Exp. II. — *Résection sous-périostée de la moitié supérieure de l'humérus.* — Nous pratiquâmes à un jeune lapin la résection de la moitié supérieure de l'humérus. Nous conservâmes avec soin le périoste et le périchondre. Celui-ci était partout continu avec la capsule articulaire. L'animal supporta bien cette opération; il n'y eut qu'une suppuration assez légère, quoiqu'elle persistât pendant un mois environ. L'animal resta chétif cependant et mourut trois mois et demi après.

A l'autopsie nous constatâmes une reproduction de la partie enlevée. La partie reproduite est même renflée supérieurement et recourbée sur son axe, ce qui rappelle la forme de la tête humérale. La longueur de la portion nouvelle dépasse de trois ou quatre millimètres la partie enlevée. En la fendant longitudinalement on reconnaît qu'elle est composée de deux parties osseuses séparées par une couche de cartilage parfaitement distincte, ayant un millimètre d'épaisseur et d'une coloration opaline bleuâtre absolument comme le cartilage de conjugaison normal. Cette couche persistait trois mois et demi après l'opération, et elle eût sans doute permis à l'os de s'agrandir, si l'animal eût continué de vivre.

Ce fait vient donc encore nous prouver qu'une couche carti-

lagineuse persiste entre le noyau osseux qui représente l'épiphyse et la masse osseuse qui se continue avec la diaphyse. Quand nous l'avons observé pour la première fois, nous avons éprouvé une certaine surprise, car le cartilage de conjugaison enlevé ne se reproduit pas; l'épiphyse et la diaphyse se soudent, et l'accroissement est arrêté. Dans les faits que nous venons de citer, le cartilage est un reste de la première formation cartilagineuse qui a eu lieu immédiatement après la résection. Elle ne remplace pas complétement, nous le répétons, le cartilage de conjugaison normal, mais elle joue temporairement un rôle analogue.

Nous avons fait d'autres expériences qui démontrent que la reproduction des épiphyses, loin d'être impossible, serait, dans certaines conditions, plus facile que celle de la diaphyse. Entre autres pièces, nous possédons un avant-bras de lapin adulte, sur lequel nous avions enlevé, par la méthode sous-périostée, les trois quarts inférieurs du radius, épiphyse et diaphyse. L'animal fut tué quatre mois après. La reproduction fut très-incomplète au niveau de la portion diaphysaire. Il n'y avait qu'une lame osseuse interrompue à la partie moyenne. L'épiphyse était reproduite avec ses arêtes et ses gouttières pour le glissement des tendons, et bien qu'elle n'égalât pas l'épiphyse du côté sain, elle était parfaitement distincte et formait un renflement très-sensible.

Relativement aux extrémités des os longs, elles ne possèdent pas toutes à un égal degré la propriété de se reproduire. L'épiphyse supérieure ou humérale du radius ne se reproduit pas aussi bien que l'inférieure ou carpienne. Cette différence nous paraît liée à la part proportionnelle que chacune des extrémités prend à l'accroissement de l'os. Nous avons établi, dans un mémoire publié en 1861 dans ce Journal, que les deux extrémités d'un os long ne prennent pas une part égale à son accroissement. Cette inégalité formatrice se retrouve dans la reproduction des os, comme elle se retrouve également dans la fréquence des altérations organiques. C'est sur les extrémités qui prennent la plus grande part à l'accroissement des os longs que les cancers, les enchondromes, ont leur siége d'élection. On les observe surtout au poignet et à l'épaule pour le membre supérieur, au genou pour le membre inférieur. Or c'est là que se trouvent les extrémités osseuses qui contribuent le plus

à l'accroissement des membres. Pour la reproduction des os, nous n'avons vérifié la loi que sur les os du membre supérieur; mais il nous paraît légitime de l'appliquer par induction au membre inférieur.

II. De la reproduction des os courts.

Les os courts sont ceux qui possèdent généralement le périoste le moins étendu. Plusieurs de ceux du carpe et du tarse ont environ la moitié de leur surface recouverte de cartilage. Ils sont relativement peu vasculaires, les phénomènes de nutrition sont moins rapides, et leurs altérations sont lentes à guérir. On croit généralement qu'ils ne se régénèrent pas. Vigaroux (1) qui, à la fin du dernier siècle, avait réuni ou du moins compulsé tous les cas de régénération connus, avait admis que la propriété de se régénérer n'existait pas dans les os courts. Albrecht Wagner (2) qui, à notre époque, a fait le travail le plus complet et le plus consciencieux sur la matière, arrive à peu près aux mêmes conclusions.

Voici quelques expériences propres à démontrer que les os courts ne méritent pas cette exclusion.

Exp. III. — *Résection sous-périostée de la moitié postérieure du calcanéum.* — Le 13 décembre 1862, sur un lapin de trois à quatre mois, j'enlevai les deux tiers postérieurs du calcanéum en détachant avec soin le périoste et en le laissant se continuer avec le tendon d'Achille, de sorte que ce tendon se prolongeait au moyen de ce périoste jusque sur la portion d'os restante. La plaie, quoique réunie par des points de suture, suppura pendant plusieurs semaines. On observa même pendant six mois à ce niveau une surface saignante et ulcérée. A la fin l'animal se servait parfaitement de sa patte pour sauter et courir.

Il fut sacrifié six mois et demi après l'opération. A la place de la partie enlevée nous trouvâmes une production osseuse de nouvelle formation, plus grosse que la partie saine correspondante du côté opposé. Cette portion reproduite est rugueuse, renflée à sa partie moyenne et se confond en avant avec l'extrémité antérieure du calcanéum que nous avions laissée en place. Par sa forme et ses dimensions elle remplace parfaitement la partie enlevée. Le tendon d'Achille s'insère sur elle et présente au niveau de son insertion de petits grains et un prolongement osseux s'enfonçant de cinq ou six millimètres dans sa substance propre. La masse osseuse reproduite n'est pas

(1) *Mémoire sur la régénération des os*, dans *OEuvres de chirurgie pratique*, publiées par son fils. Montpellier, 1812.

(2) *On the process of repair after resection and extirpation of bones.* Traduction anglaise, publiée par The New Sydenham Society. London, 1850.

homogène, elle est formée de deux gros noyaux, l'un antérieur, l'autre postérieur, qui ne sont pas encore complétement soudés. Ils sont unis par du tissu fibreux serré, qui permet cependant une certaine mobilité. Il y a comme une pseudarthrose entre ces deux masses osseuses qui ont procédé par noyaux primitivement indépendants. L'extrémité antérieure de l'os qui n'avait pas été touchée est un peu hypertrophiée, les articulations voisines présentent quelques signes d'arthrite. L'irritation occasionnée par l'opération et entretenue par la marche explique cette particularité.

Dans cette observation, la reproduction du calcanéum est non-seulement évidente, mais exubérante. Il s'est produit une masse de tissu osseux notablement plus considérable que l'os sain du côté opposé. Cette masse se prolonge jusque dans le tendon d'Achille par une aiguille osseuse. Elle présente une particularité à sa partie moyenne, c'est une interruption comblée par des tissus fibreux, ce qui forme à ce niveau une fausse articulation qui permet aux deux noyaux osseux contigus de jouer l'un sur l'autre. Nous avons aussi extirpé la totalité du calcanéum, et deux fois nos animaux sont morts. Dans une autre expérience, nous n'avions enlevé que le tiers antérieur de l'os, il y a eu une certaine quantité de matière osseuse reproduite, et, en outre, une hypertrophie notable du reste du calcanéum, ce qui contribuait à combler la perte de substance. Chez les lapins, le calcanéum est très-allongé : il a les apparences et presque la texture des os longs; il contient un canal médullaire très-distinct. Il n'est recouvert de cartilage que dans une petite étendue de sa surface, au niveau de son extrémité antérieure; il ne pouvait donc par lui-même nous fournir des inductions parfaitement applicables aux os courts du carpe et du tarse qui ont leur surface cartilagineuse aussi étendue que leur surface périostale. Nous avons dû expérimenter sur d'autres os, et sur le cuboïde en particulier.

EXP. IV. — *Ablation sous-périostée du cuboïde ; reproduction.* — Sur un jeune lapin de trois mois et demi, nous avons enlevé la totalité du cuboïde en conservant le périoste. Cette opération est difficile et demande les plus grandes précautions à cause de la petitesse de l'os. On la pratique cependant sans faire trop de désordres. La réunion eut lieu par première intention, l'avant-pied s'infléchit sur son bord externe ; mais l'animal s'en servait comme du pied sain.

Il fut sacrifié six mois et trois jours après l'opération. Nous trouvâmes alors à la place du cuboïde enlevé un os indépendant, c'est-à-dire s'articulant avec les os contigus sans s'être fusionné avec eux. Cet os est

deux fois plus gros que le cuboïde enlevé six mois auparavant. Comparé au cuboïde sain du côté opposé, il est plus large dans son diamètre transversal et moins profond dans son diamètre antéro-postérieur. Il est formé de plusieurs grains osseux soudés ensemble et qui probablement ont été primitivement indépendants. Son poids est de quatorze centigrammes, à l'état sec; celui du cuboïde sain du côté opposé est de quinze centigrammes.

Cette dernière expérience prouve donc que sur les os qui sont dans les conditions les moins favorables la reproduction peut encore avoir lieu au moyen du périoste. On ne réussit pas toujours aussi bien. Dans d'autres cas nous n'avons eu qu'un tissu fibreux à la place de l'os. Il est vrai que nous avions sacrifié l'animal au bout de vingt-cinq jours et un mois. Il eût fallu attendre plus longtemps pour apprécier les résultats définitifs. La reproduction est souvent très-lente pour les os courts comme pour les os plats. L'os nouveau ne se confond pas avec les os voisins, grâce surtout au cartilage dont ces derniers sont revêtus. Dans les cas où l'on pratique des résections partielles sur les os courts, l'hyperostose de la partie restante jointe aux végétations osseuses qui partent de la surface de section peuvent réparer la perte de substance.

Chez l'homme, l'ablation du cuboïde a été pratiquée; c'est une opération très-rarement indiquée, mais dans les cas où on croirait devoir y recourir, il faudrait ménager avec soin le périoste pour avoir un noyau osseux de nouvelle formation ou au moins un tissu fibreux pour combler le vide laissé par l'absence de l'os. Les communications des synoviales qui entourent les os du carpe ou du tarse rendent dangereuses les résections ou les ablations de ces os, à la suite d'une plaie surtout. La carie, en modifiant la structure et la vitalité des parties constituantes de ces articulations, enlève à ces opérations une partie de ce danger; les faits cliniques manquent encore cependant pour en apprécier rigoureusement la valeur.

On a rarement aussi réséqué des portions osseuses de la colonne vertébrale chez l'homme; mais chez les animaux les lames vertébrales et les apophyses épineuses se réparent parfaitement. M. Brown-Séquard nous a offert dans le temps une pièce démontrant parfaitement la reproduction de la partie postérieure de quatre vertèbres qu'il avait réséquées sur un cobaye, dans le but d'étudier les propriétés de la moelle. Les

arcs vertébraux étaient seulement soudés ensemble, mais le canal vertébral était complétement reformé.

III. Reproduction du coccyx et du maxillaire supérieur sur l'homme.

Nous avons eu récemment l'occasion de faire l'ablation complète d'un coccyx carié sur une jeune femme. Nous n'avons enlevé que l'os en respectant le périoste et les tissus fibreux qui le recouvrent surtout en avant. Cette femme est encore dans notre service; la plaie est cicatrisée, la région n'est plus douloureuse, toutes les attitudes et tous les genres de décubitus sont possibles, et, chose plus intéressante au point de vue de la question qui nous occupe, on sent une masse osseuse à la place du coccyx enlevé. En introduisant le doigt par le rectum, on rencontre un plan osseux résistant, et en pressant alors extérieurement au même niveau, on reconnaît que cette plaque osseuse de nouvelle formation est encore mobile sur le sacrum. Nous avons donc là un exemple probant de reproduction des os courts sur l'homme. Nous pourrions citer encore des cas de reproduction du maxillaire supérieur observés dans des conditions analogues. L'os reproduit forme une masse un peu informe, quand on le sent par la bouche, mais extérieurement, on voit qu'il remplace l'os enlevé pour la conservation de la forme du visage. Dans un cas, nous avons eu une réparation que nous ne pouvons cependant regarder comme complète, car il manque au moins les dents et le rebord alvéolaire. La conservation de la muqueuse palatine nous a permis d'obtenir un plan dur, fibreux (non encore osseux, l'opération n'est pas assez ancienne, elle ne date que de six mois et demi) qui remplace la portion transversale et inférieure de l'os. Il reste cependant une ouverture à cette voûte, mais nous ne cherchons pas encore à la combler, car elle nous permet de surveiller la base du crâne sur laquelle s'implantait le polype qui a nécessité l'opération. La portion reproduite est constituée par une masse volumineuse au niveau de la tubérosité maxillaire, se prolongeant en avant par un arc osseux qui soutient la joue et conserve parfaitement la forme de cette région. Ce dernier cas est parfaitement comparable aux résections pratiquées sur les animaux vivants. Nous nous trouvions

en présence d'un os sain dont l'ablation était commandée par une lésion siégeant sur un autre organe. Aussi avons-nous eu une régénération régulière. Il est erroné de croire que le périoste de l'homme reproduit les os moins bien que le périoste des autres animaux. Si la régénération a manqué après certaines résections, c'est souvent parce que le périoste était malade ou déjà presque détruit par la maladie.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA RÉUNION BOUT A BOUT DE NERFS DE FONCTIONS DIFFÉRENTES

PAR MM.

J.-M. PHILIPEAUX

Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle

ET

A. VULPIAN

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Suite et fin (1).

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Les expériences que nous rassemblons ici offrent, à quelques détails près, une ressemblance très-grande, et nous aurions pu nous borner à en citer une comme type. Mais il s'agit d'un fait qu'il est important de bien établir, d'autant plus que les expériences des physiologistes qui nous ont précédés ont toutes donné des résultats négatifs : aussi croyons-nous qu'il convient de faire connaître tous les résultats positifs que nous avons obtenus.

(1) Voyez ci-dessus, page 421.

Au début de nos expériences nous nous servions exclusivement des courants galvaniques pour explorer l'état physiologique de la réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse, mais nous avons plus tard abandonné ce moyen qui peut fournir des indications erronées. Lorsqu'on place les deux électrodes sur un nerf, même alors que ce nerf est soulevé sur un tube de verre et écarté autant que possible des tissus sous-jacents, il peut toujours se produire un courant dérivé passant par les parties du nerf non comprises entre les électrodes, et l'on est en droit de se demander si l'effet observé n'est pas dû à l'action de ce courant plutôt qu'à celle du courant direct. Que cette objection ne soit pas toujours fondée, nous n'en doutons pas; mais il nous a semblé qu'il valait mieux n'avoir pas à la réfuter pour chaque cas particulier, et dans nos dernières expériences, nous avons mis en usage les excitants mécaniques, en frottant en travers, par exemple, à l'aide d'un instrument mousse, le nerf soulevé sur un tube de verre, ou bien, le plus souvent, en pressant le nerf entre les mors d'une pince.

De même que dans la première série de nos expériences, nous ne nous astreindrons pas dans celle-ci à suivre l'ordre des dates.

Dans l'expérience dont nous donnons la relation en premier lieu, le chien n'avait que trois mois au moment de l'expérience : l'on s'était contenté, ainsi que dans quelques-unes des autres expériences, de faire l'excision du bout central du nerf hypoglosse.

EXP. X. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 11 août 1862, on a réuni sur un jeune chien, âgé de trois mois environ, le bout périphérique du nerf hypoglosse du côté droit au bout central du nerf lingual du même côté. La réunion est maintenue au moyen d'un fil de platine. On a excisé un segment de plus d'un centimètre du bout central de l'hypoglosse et un segment à peu près semblable du bout périphérique du nerf lingual. Le segment excisé de l'hypoglosse est placé sous la peau de l'aine droite.

Le 16 octobre, c'est-à-dire deux mois et cinq jours après l'opération, on met à nu les nerfs réunis. La réunion se fait au milieu d'un noyau d'induration fibreuse, noyau gros comme un pois et qui empêche de bien voir le mode de coalescence.

On galvanise le bout central du nerf lingual; mouvements de la langue. On pince ce même bout à plusieurs reprises; on n'aperçoit pas de mouve-

ments. On coupe les artères du cou. L'animal étant mourant, on galvanise de nouveau le bout central du lingual qu'on a soulevé et qu'on écarte des tissus subjacents le plus possible : il y a encore des mouvements dans la langue. On presse le nerf lingual entre les mors d'une pince à peu près à deux centimètres du lieu de la réunion; on constate un mouvement assez léger, mais très-évident dans la moitié correspondante de la langue, jusqu'à sa pointe. On n'obtient d'ailleurs ce résultat qu'une seule fois; les autres essais sont infructueux : la langue reste immobile.

Le lendemain, on examine l'état de la réunion. On n'a pas cherché le bout central du nerf hypoglosse : on ne voyait du reste aucun filament bien apparent en deçà du lieu de la réunion.

Le bout périphérique du nerf hypoglosse contient encore de nombreux tubes nerveux altérés, mais il y a un nombre à peu près égal de tubes nerveux restaurés, encore grêles, les plus gros ayant environ la moitié du diamètre normal.

Le bout périphérique du nerf lingual est tout à fait isolé, son extrémité étant à deux centimètres au moins du point où se fait la réunion. Ce nerf est encore très-altéré; granulations graisseuses en séries linéaires parallèles. On n'a pas trouvé de tubes nerveux restaurés.

Le tronçon d'hypoglosse mis sous la peau de l'aine est enveloppé d'une couche épaisse de tissu conjonctif résistant. Tubes nerveux très-altérés; l'altération est cependant moins avancée que celle des tubes du bout périphérique du nerf lingual.

L'examen des nerfs réunis a été fait chez cet animal au bout de deux mois et cinq jours seulement. L'excitation du bout central du nerf lingual par un courant galvanique a provoqué plusieurs fois des mouvements dans la langue; il en a été de même une fois sous l'influence d'une excitation mécanique. Cependant cette expérience donne prise aux objections. D'une part, c'est la galvanisation surtout qui a suscité des mouvements, et l'on peut se demander si l'excitation des muscles n'a pas été produite plutôt par un courant dérivé que par le courant direct; d'autre part, on n'avait point coupé le bout central du nerf lingual, de façon à n'exciter qu'un segment ne communiquant plus avec le centre nerveux, et l'omission de cette précaution diminue beaucoup la valeur de cette expérience, car il est possible que les mouvements observés aient été déterminés par une action réflexe, le bout central du nerf hypoglosse donnant quelques filets nerveux à la langue.

L'expérience suivante a une signification beaucoup plus nette que la précédente, bien qu'on se soit, ici encore, contenté d'enlever un segment du bout central du nerf hypoglosse. Mais on ne s'est pas borné à employer les courants

galvaniques ; on s'est servi aussi des excitants mécaniques, et, de plus, les excitations faites d'abord sur le bout central intact du nerf lingual n'ont porté ensuite que sur un tronçon détaché de ce bout par une section, de telle sorte qu'il n'y a pas à invoquer ici l'intervention d'actions réflexes qui n'étaient plus possibles dans ces conditions. Le chien était jeune au moment de l'opération et a été examiné quatre mois et demi après avoir été mis en expérience.

Exp. XI. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 16 avril 1861, on a réuni sur un jeune chien le bout périphérique du nerf hypoglosse du côté gauche avec le bout central dn nerf lingual correspondant. On excise un segment long de 2 centimètres sur le bout central du nerf hypoglosse et un segment long d'un centimètre sur le bout périphérique du nerf lingual.

Le 30 août 1861, quatre mois et demi après l'opération, on met à nu les nerfs réunis. Il y a, en apparence au moins, une réunion assez incomplète, le bout central du lingual venant se perdre sur les muscles sus-hyoïdiens dans un amas de tissu conjonctif, et les bouts périphériques de l'hypoglosse et du lingual ayant leurs extrémités confusément impliquées dans le tissu où se perd ce bout central.

On galvanise la partie centrale du lingual après l'avoir soulevée et éloignée ainsi des tissus sous-jacents. Très-forts mouvements dans les muscles de la région sus-hyoïdienne et dans ceux de la langue. Douleur vive.

On galvanise le bout périphérique du nerf hypoglosse. Mouvements encore plus forts des mêmes muscles. Douleur très-évidente, mais moins prononcée que lors de l'excitation du lingual.

L'irritation mécanique du bout périphérique du nerf hypoglosse produit des mouvements énergiques des muscles hyoïdiens et de la langue.

L'irritation mécanique du bout central du lingual en le frottant, après l'avoir soulevé sur un tube de verre, avec l'extrémité d'une pince à dissection, provoque des mouvements très-marqués de la langue.

On coupe le lingual le plus haut possible en-dedans de la mâchoire inférieure. L'irritation galvanique et l'irritation mécanique du segment ainsi détaché du bout central du lingual déterminent encore des mouvements dans les muscles de la région sus-hyoïdienne et dans ceux de la langue : on voit, au travers des dents, la partie gauche de la langue entrer en contraction, assez faible du reste, chaque fois qu'on irrite ce segment du lingual.

Les irritations galvaniques ou mécaniques du bout périphérique du nerf hypoglosse donnent lieu à des contractions de la langue plus fortes que lorsqu'on agissait sur le lingual, mais se manifestant dans la même partie de la langue.

L'animal ayant été sacrifié, on dissèque minutieusement la région dans laquelle se fait la réunion dont la réalité a été d'ailleurs démontrée par les expériences qui viennent d'être relatées. On trouve en effet cette réunion,

La pression du bout périphérique du nerf lingual provoque seulement de très-faibles contractions, mouvant à peine une petite partie de la moitié correspondante.

Le bout périphérique du nerf lingual a une teinte grisâtre très-prononcée. Il contient de très-nombreux tubes nerveux restaurés, assez larges; il n'y a plus de granulations.

Le bout périphérique du nerf hypoglosse a une coloration blanche presque normale : il est à peu près entièrement composé de tubes nerveux sains, de diamètre normal, ou bien peu s'en faut.

Le tronçon de nerf hypoglosse mis sous la peau de l'aine droite est très-bien greffé. Il n'y a plus que quelques tubes nerveux contenant encore des granulations graisseuses en série; le reste est tout à fait vide.

On n'a pas indiqué dans la note prise sur cette expérience quelle était la relation du bout périphérique du nerf lingual et du bout central du nerf hypoglosse avec le lieu de la réunion établie entre le bout central du nerf lingual et le bout périphérique du nerf hypoglosse. Cette lacune empêche de bien se rendre compte de certains résultats de l'exploration faite sur l'animal avant sa mort ou alors qu'il était mourant. Il est probable que le bout central du nerf hypoglosse était demeuré sans connexions avec la réunion : les mouvements provoqués dans la langue par l'excitation mécanique de ce bout se passaient, comme nous l'avons dit, dans une partie différente de celle où se produisaient les mouvements suscités par l'excitation des autres bouts, et ils étaient probablement déterminés par des filets nerveux émanés du nerf hypoglosse au-dessus du point où se terminait son bout central. D'autre part, il est vraisemblable que la réunion était bien plus intime entre le bout central du lingual et le bout périphérique du nerf hypoglosse qu'entre ce même bout central et le bout périphérique du nerf lingual, et c'est là ce qui expliquerait pourquoi la régénération du nerf lingual, si elle n'a pas été entièrement autogénique, était moins avancée que celle du nerf hypoglosse.

Un détail de cette expérience qui mérite d'être signalé c'est la motricité que nous avons constatée d'une façon bien nette dans le bout périphérique du nerf lingual. Nous n'insisterons pas d'ailleurs sur ce fait; les remarques qu'il pourrait suggérer trouveront leur place dans un autre travail.

Quelles que soient les lacunes de cette observation, elle n'est pas moins très-démonstrative relativement au sujet dont nous

nous occupons ici. En effet, nous voyons qu'au bout de quatre mois, la réunion que nous avions établie entre le bout central du nerf lingual et le bout périphérique du nerf hypoglosse était achevée à un tel point que ce bout périphérique était complétement restauré et que les excitations du bout central du nerf lingual se propageaient jusqu'aux muscles de la langue par son intermédiaire.

Si l'on compare l'expérience suivante à celle qui vient d'être rapportée, on voit qu'il y a entre ces deux cas une similitude assez grande. L'opération a été faite presque le même jour sur un chien du même âge, et l'examen des nerfs réunis a été pratiqué à peu près à la même époque. Nous avions de même simplement excisé de longues portions du bout central du nerf hypoglosse et du bout périphérique du nerf lingual. Du reste le résultat a été tout aussi satisfaisant que dans le cas précédent.

Exp. XIII. — *Réunion du bout périphérique du nerf hypoglosse avec le bout central du nerf lingual.* — Le 12 août 1862, on réunit, sur un chien très-jeune, âgé de deux mois et demi environ, le bout central du nerf lingual du côté droit avec le bout périphérique du nerf hypoglosse du même côté. On enlève un segment assez long du bout central du nerf hypoglosse et un segment non moins long du bout périphérique du lingual. Le segment excisé de l'hypoglosse est inséré sous la peau de l'aine droite.

Le 23 décembre, c'est-à-dire quatre mois et onze jours après l'opération, on met à nu les nerfs qu'on a cherché à réunir. La réunion paraît exister en effet; mais comme le point même où elle se fait est environné d'une grande quantité de tissu conjonctif cicatriciel, on ne cherche pas à la mettre complétement à découvert de peur de la détruire involontairement.

On presse légèrement le bout central du lingual entre les mors d'une pince : il y a quelques mouvements dans les muscles de la région sus-hyoïdienne; il y a des mouvements plus forts lorsqu'on pince légèrement le bout périphérique du nerf hypoglosse.

On coupe le lingual au niveau du bord de la mâchoire inférieure, et le bout du lingual ainsi détaché du tronc du lingual est pincé. Mêmes mouvements dans les muscles sus-hyoïdiens que lorsqu'on a pincé le lingual avant de l'avoir coupé.

L'animal est sacrifié par la section des carotides. Lorsqu'il est très-affaibli, on ouvre sa gueule pour bien voir la langue. On pince le bout du lingual réuni à l'hypoglosse; il y a aussitôt un mouvement dans toute la moitié antérieure du côté droit de la langue. Ce côté s'allonge et se relève assez fortement. La pression du bout périphérique du nerf hypoglosse produit un mouvement du même genre, mais beaucoup plus fort.

En coupant le nerf lingual au niveau du bord inférieur de la mâchoire inférieure, et en pinçant le bout ainsi détaché de la partie centrale du nerf,

on s'était mis à l'abri d'objections fondées sur la possibilité d'une action réflexe ayant pour agents le nerf lingual et le bout central du nerf hypoglosse. Ce bout central donnant quelques filets à la langue, on aurait pu effectivement supposer que les mouvements de la langue étaient dus à l'excitation réflexe de ces filets. Il est vrai que les mouvements n'auraient pas eu lieu dans la région de la langue où ils s'étaient manifestés dans notre expérience. Mais toute objection de cette nature était annulée, ainsi que nous venons de le dire, en opérant comme nous l'avions fait. On pouvait, il est vrai, se demander encore si l'excitation produite par le pincement du bout détaché du lingual suivait bien le bout périphérique du nerf hypoglosse pour arriver aux muscles de la langue, et si les mouvements provoqués dans ces muscles n'étaient pas déterminés par quelques fibres motrices mêlées à celles du nerf lingual, soit que ces fibres se séparassent du nerf lingual au-dessus de la réunion, soit qu'elles fussent comprises dans le bout périphérique du nerf lingual, impliqué par hypothèse dans la réunion. Nous n'avions pas encore cherché ce bout périphérique; de plus nous ne nous étions pas, à cette époque, bien assurés de l'absence de fibres anastomotiques motrices dans la partie périphérique du nerf lingual. Pour lever la difficulté qui nous embarrassait alors, nous avions coupé sur ce chien le bout périphérique de l'hypoglosse, et en pinçant de nouveau le segment détaché du bout central du lingual, nous avions constaté qu'il n'y avait plus la plus légère contraction dans les muscles de la langue. Nous pouvions donc conclure en toute assurance que les excitations de ce segment, au début de l'expérience, passaient bien par le bout périphérique alors intact de l'hypoglosse.

L'animal étant mort, on a disséqué avec soin la région du lingual et de l'hypoglosse. On a reconnu qu'il y avait réellement une réunion entre le bout central du nerf lingual et le bout périphérique du nerf hypoglosse, ce dernier bout étant, comme dans l'état normal, plus volumineux que le bout du lingual avec lequel il est en rapport.

L'extrémité du bout périphérique du nerf lingual n'est pas renflée, et elle s'arrête assez brusquement à l'endroit où le lingual a été anciennement coupé : cependant il y a un filament qui remonte, en s'amincissant, vers le lieu de la réunion. Ce filament contient deux faisceaux très-grêles de tubes nerveux pressés les uns contre les autres et ayant un diamètre normal. Ce sont probablement deux faisceaux nerveux traversant cette région dans l'état normal et qui n'auront pas été coupés lors de l'opération.

Le bout central de l'hypoglosse est un peu renflé à son extrémité. Entre cette extrémité et le lieu de la réunion on voit l'artère linguale. Il n'y a pas de filet nerveux allant rejoindre la réunion.

Le bout périphérique du nerf lingual a une teinte grisâtre encore très-prononcée, remarquable surtout par le contraste qu'elle offre avec celle du bout périphérique du nerf hypoglosse, lequel est d'une teinte blanche très-franche. Ce bout du lingual, examiné au microscope, se montre composé, au moins dans les deux tiers de son diamètre, de tubes nerveux dépourvus de matière médullaire et dont quelques-uns contiennent encore çà et là quelques fines granulations graisseuses isolées. Au milieu de ces tubes vides sont disséminés des tubes nerveux restaurés, très-grêles, ayant de

deux à sept millièmes de millimètres de diamètre. Quelques-uns de ces tubes sont devenus variqueux par la préparation. Certains tubes vides ont leurs bords marqués par une traînée de très-petits points noirs, comme pigmentaires.

L'examen microscopique du bout périphérique du nerf hypoglosse fait voir qu'il a presque complétement repris les caractères de l'état normal. Il n'y a plus un seul tube altéré ou conservant encore quelques traces d'altération. Les tubes nerveux, serrés les uns contre les autres, remplis tous de matière médullaire, ont un diamètre qui s'éloigne encore un peu du diamètre normal.

Voici d'ailleurs les mesures exactes des diamètres des tubes nerveux :

1° Tubes nerveux du bout périphérique du nerf lingual (côté opéré) : de $0^{mm}0025$ à $0^{mm}0075$; 2° tubes nerveux du lingual gauche (côté sain) au même niveau : de $0^{mm}007$ à $0^{mm}010$; quelques-uns ont $0^{mm}012$; d'autres, très-rares, ont $0^{mm}015$; 3° tubes nerveux du bout périphérique de l'hypoglosse (côté opéré) : de $0^{mm}005$ à $0^{mm}012$; les plus communs ont $0^{mm}007$; 4° tubes nerveux de l'hypoglosse gauche (côté sain) au même niveau : de $0^{mm}007$ à $0^{mm}015$; beaucoup d'entre eux ont de $0^{mm}010$ à $0^{mm}012$.

On a examiné aussi le segment d'hypoglosse qu'on avait transplanté sous la peau de l'aine : on y a trouvé des traces encore très-manifestes d'altération ; nombreuses granulations graisseuses en séries linéaires parallèles. Cependant un grand nombre de tubes nerveux sont vides, par conséquent dans la dernière période de l'altération ordinaire. On a constaté de la façon la plus nette, au milieu des tubes altérés, quelques rares tubes restaurés qui sont disséminés çà et là. On a remarqué dans ce cas, comme d'ailleurs dans tous les autres cas du même genre, que le segment greffé avait pris une consistance plus grande, et que ses éléments présentaient une cohésion très-tenace, de telle sorte que l'on avait beaucoup de peine à les dissocier pour faire les préparations microscopiques. En somme, il y avait peu de fibres restaurées. Il n'y en avait pas probablement plus d'une trentaine dans toute l'épaisseur du segment transplanté. Tous les examens ont été faits sur de petites parties prises avec le plus grand soin au centre même de ce segment.

Cette expérience a été faite sur un très-jeune animal, et elle a donné un résultat des plus nets. Quatre mois et douze jours après l'opération, l'union du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse était assez intime pour que les excitations mécaniques du nerf lingual pussent se transmettre au bout périphérique du nerf hypoglosse et, par son intermédiaire, faire contracter la langue.

Chez ce chien, le bout périphérique du nerf hypoglosse réuni au bout central du nerf lingual offrait une restauration bien plus complète que le bout périphérique de celui-ci, et ce fait montre bien que les segments périphériques de nerf privés

de toute communication avec une extrémité nerveuse centrale se restaurent bien plus lentement que lorsqu'il y a une communication de cette nature, quand même elle se fait entre segments nerveux de fonctions différentes.

Cette expérience nous offre aussi un exemple de régénération, très-incomplète il est vrai, mais très-réelle, d'un tronçon nerveux transplanté sous la peau d'une région très-éloignée de celle où on l'a pris.

L'expérience suivante ne diffère guère de celles qui précèdent que par l'âge de l'animal et par un détail de l'opération, détail important d'ailleurs. Nous avons extirpé par avulsion le bout central tout entier du nerf hypoglosse avec ses racines bulbaires.

Exp. XIV. — *Réunion du bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 13 janvier 1863, sur un chien à peu près adulte, on réunit le bout central du nerf lingual du côté droit avec le bout périphérique du nerf hypoglosse du même côté. Le bout central du nerf hypoglosse a été arraché du crâne avec ses racines bulbaires, et un tronçon de ce bout arraché a été inséré sous la peau de l'aine droite.

Le 17 août 1863, plus de sept mois après l'expérience, on met à nu les nerfs réunis. On trouve que le bout central du nerf lingual est bien resté uni au bout périphérique du nerf hypoglosse; mais l'on a constaté après la mort que le bout périphérique du nerf lingual avait son extrémité impliquée dans la réunion.

Les nerfs étant mis à nu, on fait la section des carotides. Lorsque l'animal est très-affaibli, dans un état de syncope, on ouvre sa gueule et l'on presse le bout central du nerf lingual entre les mors d'une pince à dissection : il y a un mouvement étendu de la langue. On coupe alors le lingual à peu près au niveau où l'on vient de le pincer, et l'on pince le segment ainsi détaché du bout central à plus d'un centimètre de distance du lieu de la réunion. Chaque pincement détermine un fort mouvement du côté droit de la langue, mouvement qui entraîne même toute la langue à droite en la soulevant un peu en même temps.

En pinçant le bout périphérique du nerf hypoglosse, on provoque aussi des mouvements dans la langue, et ces mouvements sont plus forts que ceux qu'on a déterminés en excitant le bout central du lingual.

L'animal étant mort, on enlève la langue et on disèque avec soin la réunion; c'est alors qu'on retrouve le bout périphérique du lingual, bout impliqué dans la réunion comme nous l'avons dit. La dissection dure une dixaine de minutes environ : à ce moment, le pincement du bout périphérique de l'hypoglosse produit encore des mouvements dans les faisceaux musculaires de la langue; le pincement du bout périphérique du nerf lingual ne produit rien d'analogue. On peut encore déterminer des contractions dans la langue, en pinçant le bout périphérique de l'hypoglosse, plus d'une

demi-heure après la mort de l'animal. On met immédiatement le nerf hypoglosse du côté gauche à nu; on le pince : il n'y a aucun frémissement dans les faisceaux musculaires. A ce moment encore, on excite directement, par le pincement, les muscles des deux côtés de la langue; l'irritabilité, bien diminuée d'ailleurs, paraît égale des deux côtés.

L'examen microscopique des deux bouts périphériques du nerf hypoglosse et du nerf lingual montre qu'ils sont tous les deux restaurés, bien qu'ils aient encore, comparés au bout central du nerf lingual, une teinte grisâtre. Il n'y a plus de tubes vides; il n'y a plus de granulations. Les tubes nerveux restaurés ont en moyenne la moitié ou les deux tiers du diamètre normal.

Le tronçon d'hypoglosse inséré sous la peau de l'aine droite est bien greffé : il a une teinte très-grisâtre. On examine à l'aide du microscope la partie la plus centrale de ce tronçon nerveux; il y a encore de nombreuses granulations en groupes assez volumineux et disposés suivant des lignes parallèles. On ne trouve dans la partie examinée que deux tubes nerveux restaurés, grêles, à contour peu réfringent, et qui sont variqueux par places.

Dans ce cas, l'animal était adulte, ou à peu près, lors de l'expérience. Sept mois après l'expérience, la réunion entre le bout périphérique du nerf hypoglosse et le bout central du nerf lingual permettait aux excitations de ce dernier nerf de se propager au premier.

Les deux bouts périphériques, du nerf lingual et du nerf hypoglosse, ont été trouvés restaurés à peu près entièrement; ils ne différaient guère plus de l'état normal que par un moindre diamètre de leurs tubes nerveux. Or, chez un chien de cet âge, le bout périphérique d'un nerf, isolé tout à fait du centre nerveux, présenterait à peine les premiers indices du travail de régénération sept mois après l'opération qui aurait produit cet isolement. Il faut donc admettre qu'il y a eu une influence régénératrice du bout central du nerf lingual à la fois sur le bout périphérique du nerf hypoglosse et sur le bout périphérique du nerf lingual : fait intéressant, surtout si l'on pouvait constater que, dans ces conditions, tous les tubes nerveux de ces bouts se sont régénérés. Mais il est impossible de dire si, dans les bouts périphériques régénérés, le nombre des tubes nerveux était égal au nombre normal, ou si, au contraire, il ne correspondait pas en somme au nombre des tubes nerveux du bout central du nerf lingual.

On a remarqué dans ce cas une durée plus grande de l'excitabilité motrice dans le bout périphérique du nerf hypoglosse régénéré que dans le nerf hypoglosse laissé intact, ce qui

de toute communication avec une extrémité nerveuse centrale se restaurent bien plus lentement que lorsqu'il y a une communication de cette nature, quand même elle se fait entre segments nerveux de fonctions différentes.

Cette expérience nous offre aussi un exemple de régénération, très-incomplète il est vrai, mais très-réelle, d'un tronçon nerveux transplanté sous la peau d'une région très-éloignée de celle où on l'a pris.

L'expérience suivante ne diffère guère de celles qui précèdent que par l'âge de l'animal et par un détail de l'opération, détail important d'ailleurs. Nous avons extirpé par avulsion le bout central tout entier du nerf hypoglosse avec ses racines bulbaires.

Exp. XIV. — *Réunion du bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 13 janvier 1863, sur un chien à peu près adulte, on réunit le bout central du nerf lingual du côté droit avec le bout périphérique du nerf hypoglosse du même côté. Le bout central du nerf hypoglosse a été arraché du crâne avec ses racines bulbaires, et un tronçon de ce bout arraché a été inséré sous la peau de l'aine droite.

Le 17 août 1863, plus de sept mois après l'expérience, on met à nu les nerfs réunis. On trouve que le bout central du nerf lingual est bien resté uni au bout périphérique du nerf hypoglosse; mais l'on a constaté après la mort que le bout périphérique du nerf lingual avait son extrémité impliquée dans la réunion.

Les nerfs étant mis à nu, on fait la section des carotides. Lorsque l'animal est très-affaibli, dans un état de syncope, on ouvre sa gueule et l'on presse le bout central du nerf lingual entre les mors d'une pince à dissection : il y a un mouvement étendu de la langue. On coupe alors le lingual à peu près au niveau où l'on vient de le pincer, et l'on pince le segment ainsi détaché du bout central à plus d'un centimètre de distance du lieu de la réunion. Chaque pincement détermine un fort mouvement du côté droit de la langue, mouvement qui entraîne même toute la langue à droite en la soulevant un peu en même temps.

En pinçant le bout périphérique du nerf hypoglosse, on provoque aussi des mouvements dans la langue, et ces mouvements sont plus forts que ceux qu'on a déterminés en excitant le bout central du lingual.

L'animal étant mort, on enlève la langue et on dissèque avec soin la réunion; c'est alors qu'on retrouve le bout périphérique du lingual, bout impliqué dans la réunion comme nous l'avons dit. La dissection dure une dixaine de minutes environ : à ce moment, le pincement du bout périphérique de l'hypoglosse produit encore des mouvements dans les faisceaux musculaires de la langue; le pincement du bout périphérique du nerf lingual ne produit rien d'analogue. On peut encore déterminer des contractions dans la langue, en pinçant le bout périphérique de l'hypoglosse, plus d'une

demi-heure après la mort de l'animal. On met immédiatement le nerf hypoglosse du côté gauche à nu; on le pince : il n'y a aucun frémissement dans les faisceaux musculaires. A ce moment encore, on excite directement, par le pincement, les muscles des deux côtés de la langue; l'irritabilité, bien diminuée d'ailleurs, paraît égale des deux côtés.

L'examen microscopique des deux bouts périphériques du nerf hypoglosse et du nerf lingual montre qu'ils sont tous les deux restaurés, bien qu'ils aient encore, comparés au bout central du nerf lingual, une teinte grisâtre. Il n'y a plus de tubes vides; il n'y a plus de granulations. Les tubes nerveux restaurés ont en moyenne la moitié ou les deux tiers du diamètre normal.

Le tronçon d'hypoglosse inséré sous la peau de l'aine droite est bien greffé : il a une teinte très-grisâtre. On examine à l'aide du microscope la partie la plus centrale de ce tronçon nerveux; il y a encore de nombreuses granulations en groupes assez volumineux et disposés suivant des lignes parallèles. On ne trouve dans la partie examinée que deux tubes nerveux restaurés, grêles, à contour peu réfringent, et qui sont variqueux par places.

Dans ce cas, l'animal était adulte, ou à peu près, lors de l'expérience. Sept mois après l'expérience, la réunion entre le bout périphérique du nerf hypoglosse et le bout central du nerf lingual permettait aux excitations de ce dernier nerf de se propager au premier.

Les deux bouts périphériques, du nerf lingual et du nerf hypoglosse, ont été trouvés restaurés à peu près entièrement; ils ne différaient guère plus de l'état normal que par un moindre diamètre de leurs tubes nerveux. Or, chez un chien de cet âge, le bout périphérique d'un nerf, isolé tout à fait du centre nerveux, présenterait à peine les premiers indices du travail de régénération sept mois après l'opération qui aurait produit cet isolement. Il faut donc admettre qu'il y a eu une influence régénératrice du bout central du nerf lingual à la fois sur le bout périphérique du nerf hypoglosse et sur le bout périphérique du nerf lingual : fait intéressant, surtout si l'on pouvait constater que, dans ces conditions, tous les tubes nerveux de ces bouts se sont régénérés. Mais il est impossible de dire si, dans les bouts périphériques régénérés, le nombre des tubes nerveux était égal au nombre normal, ou si, au contraire, il ne correspondait pas en somme au nombre des tubes nerveux du bout central du nerf lingual.

On a remarqué dans ce cas une durée plus grande de l'excitabilité motrice dans le bout périphérique du nerf hypoglosse régénéré que dans le nerf hypoglosse laissé intact, ce qui

tient peut-être surtout à ce que le premier nerf avait été mis tout d'abord à découvert, tandis que le second n'a été mis à nu qu'une demi-heure après la mort.

Enfin il y avait deux tubes nerveux restaurés dans le tronçon nerveux transplanté.

L'opération, dans le cas dont nous allons parler, a été faite exactement comme dans l'expérience XIV. Le bout central du nerf hypoglosse a été entièrement arraché avec ses racines bulbaires. Du reste, le résultat a été tout aussi concluant que dans cette expérience, bien que le temps écoulé entre le jour de l'opération et le jour de l'examen de la réunion ait été bien plus court.

Exp. XV. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Le 8 septembre 1863, sur un chien de huit à dix mois, on réunit le bout central du nerf lingual du côté droit au bout périphérique du nerf hypoglosse du même côté. On a arraché le bout central de l'hypoglosse avec ses racines bulbaires et l'on a excisé un long segment du bout périphérique du nerf lingual.

Le 13 décembre 1863, trois mois et cinq jours après l'opération, on met à nu la réunion du nerf lingual et du nerf hypoglosse. On presse entre les mors d'une pince le bout central du nerf lingual le plus haut possible, derrière le maxillaire inférieur : il y a au même moment douleur et mouvement très-manifeste de la langue. Le chien avait été préalablement très-affaibli par une forte saignée artérielle.

On coupe alors le nerf lingual le plus haut possible, et l'on pince le segment ainsi détaché de la partie centrale de ce nerf. Aussitôt très-fort mouvement de projection de la langue qui se coude en même temps de gauche à droite sur son bord droit, à quelques centimètres de la pointe.

Quelques instants après, l'animal étant mort, on examine l'état de la réunion. Cette réunion est très-complète.

Les deux bouts ayant été laissés assez longs lors de l'opération, leur réunion ne forme pas une anse régulière; le bout central du lingual, au lieu de se diriger de haut en bas et d'arrière en avant, se dirige en arrière, et c'est à plus d'un centimètre en arrière du point où il croise le bord du maxillaire inférieur qu'il va se réunir au bout périphérique du nerf hypoglosse. L'extrémité de ce dernier bout présente là un renflement olivaire.

On examine au microscope le bout périphérique de l'hypoglosse. Il contient d'innombrables tubes nerveux, un peu grêles. Il n'y a plus de granulations. Il n'y a plus en réalité aucune trace des modifications par lesquelles ce bout périphérique a passé, si ce n'est le diamètre un peu moindre des tubes nerveux.

On a examiné aussi le bout périphérique du nerf lingual, lequel avait son extrémité très-éloignée du lieu de la réunion. On le trouve encore très-

altéré. Nombreuses traînées linéaires et parallèles de très-petites granulations graisseuses. Au milieu des tubes altérés qui sont en immense majorité, il y a toutefois quelques tubes nerveux régénérés, très-grêles, disséminés.

Ainsi, chez un chien presque adulte, trois mois après l'opération, le bout central du lingual s'était uni de la façon la plus intime avec le bout périphérique du nerf hypoglosse, et les excitations mécaniques pratiquées sur le premier bout se propageaient jusqu'aux muscles de la langue par l'intermédiaire du bout périphérique régénéré du nerf hypoglosse.

Dans notre dernière expérience, on peut voir encore un résultat des plus nets. L'avulsion du bout central du nerf hypoglosse avait été faite.

EXP. XVI. — *Réunion du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse.* — Chien opéré le 22 août 1863. Il était âgé de huit à dix mois. Réunion du bout périphérique du nerf hypoglosse avec le bout central du lingual du côté droit. Le bout central du nerf hypoglosse a été complétement arraché. On examine ce chien le 15 janvier 1864. La réunion étant mise à nu, on constate que le lingual, à partir du bord inférieur de la mâchoire inférieure, se dirige en sens inverse de sa direction normale, c'est à dire qu'il se porte en bas et en arrière, parallèlement au bout périphérique du nerf hypoglosse, et séparé de ce nerf par un faible intervalle. La réunion se fait à 2 centimètres environ en arrière du point où le lingual croise le bord du maxillaire inférieur. Elle a lieu au milieu d'un tissu cicatriciel grisâtre, allongé, assez épais, lequel voile la continuité des deux bouts. On ne pousse pas plus loin la dissection. On coupe alors le bout central du lingual au niveau du bord inférieur du maxillaire, ou plutôt même un peu au-dessus. On presse entre les mors d'une pince le segment ainsi séparé du bout central du lingual, en saisissant la partie la plus éloignée du lieu de la réunion : il y a un mouvement très-manifeste dans les muscles linguaux du côté correspondant (la gueule de l'animal n'ayant pas été ouverte, ces mouvements n'ont pu être observés que dans les muscles mis à découvert dans la plaie); à chaque pincement exécuté, en se rapprochant un peu de la réunion, correspond un mouvement très-étendu et très-net de ces muscles. Le bout périphérique de l'hypoglosse a une teinte blanche qui se rapproche beaucoup de celle du bout central du lingual. Un cordon grisâtre, parallèle au nerf hypoglosse et qui s'arrête à peu de distance du lieu de la réunion, paraît bien être le bout périphérique du nerf lingual. L'examen microscopique d'un filet du bout périphérique du nerf hypoglosse permet de voir que ce bout est complétement régénéré; il est formé entièrement de tubes nerveux restaurés, de dimension un peu inférieure à la dimension normale; il n'y a plus aucune granulation graisseuse. Dans le cordon qui paraît être le bout périphérique du lingual, et dont on a enlevé un tronçon au moyen de deux sections transversales, à

trois ou quatre millimètres l'une de l'autre, on trouve deux ou trois filaments grêles composés de tubes sains; mais dans le reste de l'épaisseur du cordon il n'y a pas de tubes nerveux reconnaissables; il n'y a pas non plus de granulations graisseuses, en séries linéaires. Si ce cordon est bien le bout périphérique du nerf lingual, il ne contiendrait plus, en dehors des filaments grêles mentionnés, lesquels sont peut-être rentrés en relation avec le bout central du lingual, que des tubes nerveux dépouillés de leur gaine médullaire.

L'animal est sacrifié le 1er février 1864, c'est-à-dire dix-sept jours après cet examen. Aussitôt après la mort on met à nu les nerfs de la langue des deux côtés. On retrouve facilement le bout périphérique du nerf hypoglosse du côté droit avec le segment qu'on avait, le jour de l'examen, séparé du bout central du nerf lingual, et auquel il est réuni. On pince d'abord ce segment : il n'y a aucun mouvement de la langue. Après avoir recommencé plusieurs fois, et toujours avec le même résultat négatif, on pince le bout périphérique du nerf hypoglosse : il n'y a pas non plus le moindre mouvement dans les muscles de la langue. Lorsqu'on pince au contraire le nerf hypoglosse du côté gauche, il y a immédiatement un mouvement très-fort de la langue. L'examen du bout périphérique du nerf hypoglosse du côté droit (côté opéré) montre que les tubes nerveux de ce bout ont presque tous subi de nouveau une altération complète; la matière médullaire y est réduite en fines granulations rassemblées en sortes de corps granuleux allongés. Quelques rares tubes nerveux ont échappé à cette nouvelle altération. On découvre cette fois le bout périphérique du nerf lingual, et l'on reconnaît que ce n'est pas lui qu'on a examiné le 15 janvier. Les fibres nerveuses de ce bout ont aussi subi une nouvelle altération; elles offrent les mêmes caractères que les fibres du nerf hypoglosse; de même aussi, on trouve de rares fibres nerveuses ayant conservé les caractères de l'état normal.

L'examen a été fait, chez ce chien, près de cinq mois après l'opération. Après avoir détaché du bout central du nerf lingual la partie qui était soudée au bout périphérique du nerf hypoglosse, on l'a pressée à plusieurs reprises entre les mors d'une pince; à chaque excitation correspondait un mouvement très-manifeste des muscles de la langue. L'animal ayant vécu encore une quinzaine de jours après cet examen, on a pu constater que la régénération du bout périphérique du nerf hypoglosse avait bien eu lieu en très-grande partie sous l'influence de l'union de ce bout nerveux avec le bout central du nerf lingual, car la section de ce dernier bout, faite le jour de l'examen, avait eu pour conséquence une altération nouvelle des fibres nerveuses de l'hypoglosse. Quant à l'altération qui s'est produite aussi de nouveau dans le bout périphérique du nerf lingual, elle provient sans aucun doute de ce que l'excision

faite sur ce bout ayant été insuffisante, il était rentré en relation avec le bout central du même nerf au moyen de fibres émanées de la cicatrice nerveuse, de telle sorte que la section du bout central du nerf lingual avait eu la même influence sur les deux bouts périphériques.

En résumé, dans sept expériences, dont une seule (Exp. X) est passible de quelques objections, nous avons obtenu une réunion complète du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse, et nous avons constaté la transmission des excitations du premier de ces bouts nerveux au second (1). Les mouvements ainsi produits sont limités à la moitié correspondante de la langue, mais ils entraînent l'autre moitié, de telle sorte qu'il y a, en définitive, un mouvement de totalité analogue à celui que détermine l'excitation d'un nerf hypoglosse intact.

Ces expériences sont d'autant plus décisives que nous n'avons observé aucun fait contradictoire. Toutes les fois, et elles se réduisent à ces sept cas, que les nerfs aboutés sont restés conjoints, et que l'examen a pu être fait, pendant la vie, trois ou quatre mois après l'opération, nous avons vu se mani-

(1) Le bout périphérique du nerf hypoglosse, en même temps qu'il reprend son excitabilité motrice, redevient très-sensible. Nous avons constaté ce fait dans une de nos expériences (Exp. XI). Si nous n'avons pas plus souvent examiné le bout périphérique de l'hypoglosse à ce point de vue, c'est que l'existence de la sensibilité dans ce bout nerveux est loin d'avoir une signification bien précise, et de pouvoir, par conséquent, concourir à démontrer la communication physiologique qui s'établit entre les éléments moteurs de l'un des bouts et les éléments sensitifs de l'autre. En effet, le bout périphérique du nerf hypoglosse contient, comme nous avons déjà eu occasion de le dire, des tubes nerveux sensitifs en certain nombre. De ces tubes, les uns, les moins nombreux, sont récurrents, les autres sont directs. Donc la douleur provoquée en excitant ce bout peut être attribuée à des phénomènes soit de sensibilité récurrente, soit de sensibilité directe. On pourrait, il est vrai, facilement éliminer la sensibilité récurrente. Il suffirait de couper, ainsi que nous l'avons fait dans l'expérience I (Réunion du bout central du nerf vague au bout périphérique du nerf hypoglosse), le bout périphérique de l'hypoglosse à une certaine distance de la réunion, et de faire porter les excitations sur le segment ainsi séparé de la périphérie et attenant au bout central du nerf lingual. Il est certain qu'on obtiendrait encore, comme dans l'expérience I, des manifestations de douleur; mais il serait impossible de décider si la douleur ne serait pas due exclusivement à l'excitation des fibres sensitives directes contenues dans le bout périphérique de l'hypoglosse et mises, par le travail de réunion, en continuité avec les fibres du nerf lingual. Or, il est clair que ce fait, ainsi interprété, ne prouverait plus rien relativement à l'union physiologique des fibres motrices d'un des bouts avec les fibres sensitives de l'autre.

fester les mêmes phénomènes. Nous pouvons même ajouter que si l'on soumet à une rigoureuse analyse les expériences de nos devanciers, du moins celles que nous pouvons étudier en détail, on trouve en définitive que jusqu'ici on n'a encore produit aucune observation qui puisse infirmer les nôtres. En effet, que tirer dans ce sens des huit expériences de M. Bidder? Elles ont toutes échoué : les relations détruites par l'opération se sont constamment rétablies plus ou moins complétement; les bouts nerveux qu'on voulait éloigner de la réunion y sont venus retrouver leurs prolongements respectifs, et il était dès lors impossible de constater une transmission des excitations d'un bout nerveux moteur à un bout nerveux sensitif, puisque, suivant toute vraisemblance, il n'y avait aucune communication réelle et effective entre ces deux bouts. M. Schiff n'a pas été plus heureux; mais il faut bien considérer, d'une part, que toutes ses expériences ont consisté à réunir le bout central du nerf hypoglosse avec le bout périphérique du nerf lingual, et d'autre part. que ceux de ses chiens qui ont vécu le plus longtemps paraissent avoir été sacrifiés au bout de onze semaines. Or, ce laps de temps aurait bien pu ne pas être suffisant, si les chiens étaient très-âgés, car il faut non-seulement que la cicatrisation nerveuse puisse se faire, mais encore que la régénération, qui a lieu sous l'influence de la soudure dans le bout périphérique après qu'il a subi une dégénération complète, puisse être assez avancée pour permettre à ce bout de reprendre son pouvoir sur les muscles. De plus, comme M. Schiff réunissait le bout central du nerf hypoglosse au bout périphérique du nerf lingual, il n'a pas dû s'étonner de voir la galvanisation du premier bout ne produire aucun mouvement dans la langue. Nous n'attribuons d'ailleurs qu'une valeur relative à cet argument contre les expériences de M. Schiff, et nous dirons tout à l'heure pour quelle raison nous faisons ici nos réserves. Les expériences de MM. Gluge et Thiernesse paraissent au premier abord beaucoup plus décisives et l'on serait tenté de s'appuyer sur ces expériences pour réfuter les nôtres, ou du moins jeter quelque doute sur elles. Or, voyons ces expériences d'un peu près. Elles sont au nombre de dix; elles ont été instituées sur des chiens comme celles de M. Bidder et de M. Schiff, et elles ont toutes été faites en réunissant le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse. Les deux pre-

mières ont échoué par le même motif que celles de M. Bidder. Parmi les huit autres, il en est trois qui n'ont pas pu donner de résultats physiologiques, parce que les animaux sont morts sans qu'on ait pu les examiner sur-le-champ. Chez un sixième chien, il n'y avait aucune réunion. Il ne reste donc que quatre expériences dont on puisse tenir compte. Mais les deux dernières (9e et 10e) peuvent, ce nous semble, être rapprochées, comme les deux premières, des expériences de M. Bidder. En effet, dans ces deux expériences, le bout central du nerf hypoglosse qui, de même que dans toutes les autres, n'avait été que raccourci, s'était bien certainement réuni, par une reproduction nerveuse, avec son prolongement périphérique (1). Il est probable que cette réunion avait fait avorter, malgré les apparences, la coaptation des fibres du bout central du nerf lingual avec celles du bout périphérique du nerf hypoglosse. Dans la huitième expérience, il ne s'était écoulé que deux mois et demi entre l'époque de l'opération la plus ancienne (ce chien, ainsi que la plupart des autres, avait été opéré des deux côtés) et le jour de l'examen ; il est probable que cet intervalle de temps n'avait pas été suffisant, l'animal étant adulte sans doute. Pour terminer, nous n'avons plus qu'une expérience à examiner : c'est la cinquième. Si cette expérience devait être prise en considération, elle témoignerait entièrement en notre faveur, car c'est celle dans laquelle l'excitation du bout central du nerf lingual a déterminé des mouvements dans la langue. Mais nous avons dit ailleurs que MM. Gluge et Thiernesse eux-mêmes, et avec juste raison, refusent toute valeur affirmative à cette expérience (2). En somme, les faits publiés par MM. Bidder,

(1) *Loc. cit.*, p. 18. « Le bout central de celui-ci (hypoglosse) est terminé à « deux centimètres de la cicatrice par un moignon renflé, dur et grisâtre, duquel « part un tissu de nouvelle formation qui atteint cette cicatrice (Exp. 9). »

Id., p. 20. « La dissection des nerfs du côté gauche fait constater la réunion du « bout central du lingual avec le bout périphérique de l'hypoglosse, par une cica- « trice solide, à laquelle aboutit un tissu blanchâtre partant du moignon qui ter- « mine le bout central de l'hypoglosse, à deux centimètres au moins de cette « cicatrice (Exp. 10). »

(2) Nous devons à l'obligeance de M. Brown-Séquard d'avoir pu prendre connaissance d'une note récente communiquée par MM. Gluge et Thiernesse à l'Académie royale de Belgique (Bulletins, 2e série, t. XVI, n° 7), et relative au même sujet. Dans cette note, MM. Gluge et Thiernesse maintiennent les conclusions de de leur premier travail et rapportent à l'appui deux nouvelles tentatives faites pour réunir le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse. Ces deux tentatives ont donné un résultat négatif, bien que l'examen n'ait

Schiff, Gluge et Thiernesse ne peuvent pas réellement peser d'un grand poids dans la question de la réunion bout à bout des nerfs sensitifs et moteurs, et nous croyons que nos expériences sont les seules complètes, les seules concluantes qui aient été instituées jusqu'ici. Aussi est-ce avec la plus entière confiance que nous considérons la proposition suivante comme démontrée d'une façon irréfutable : Les fibres sensitives du bout central d'un nerf peuvent se réunir aux fibres motrices du bout périphérique d'un autre nerf, et transmettre à ces dernières fibres les excitations qu'elles subissent.

Quoique nos expériences ne nous aient point permis, ainsi que nous l'avons expliqué (p. 489, note), de prouver nettement que les excitations des fibres motrices périphériques unies aux fibres sensitives d'un bout nerveux central déterminent de la douleur en se propageant à celles-ci, une induction bien légitime nous autorise à admettre cette propagation, et, par suite, à généraliser la proposition que nous venons de formuler. Nous la modifierons donc ainsi : *Les fibres nerveuses sensitives peuvent se souder à des fibres nerveuses motrices, et les excitations déterminées dans les unes peuvent se transmettre aux autres.*

Chez les animaux que nous avons pu observer pendant quelques mois nous n'avons vu aucun indice de rétablissement de la fonction des nerfs réunis. La langue se déviait toujours dans la gueule de l'animal lorsqu'il aboyait. Nous n'avons fait aucun essai relativement à la sensibilité de la membrane muqueuse (1). Pour pouvoir juger complétement ce point de la question des réunions nerveuses, il faudrait que l'examen des animaux pût être fait très-longtemps, un an au moins, après l'opération :

été fait que quatre mois après l'opération. On n'avait réséqué qu'un ou deux centimètres du bout central du nerf hypoglosse, et dans les deux cas, ou tout au moins dans le premier, un cordon de nouvelle formation se dirigeait de ce bout vers l'endroit de la soudure nerveuse. Nous n'hésitons pas à attribuer principalement l'insuccès de ces tentatives d'une part à l'existence de cette réunion entre le bout central du nerf hypoglosse et son propre prolongement périphérique, d'autre part à des altérations produites en préparant les nerfs que l'on a soumis à la pression entre les mors d'une pince à dissection. Autrement, à cause du temps écoulé depuis l'opération, l'on eût constaté, nous n'en doutons pas, la transmission des excitations du bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse.

(1) La langue, du côté opéré, était atrophiée en partie, son bord était frangé, déchiqueté ; il y avait sur ce bord ou sur la face inférieure des ulcérations ou des cicatrices d'ulcérations. Ces altérations ont été déjà signalées par M. Bidder, par MM. Gluge et Thiernesse.

en effet, même lorsqu'on n'a fait que couper un nerf chez un animal adulte, ce nerf ne récupère pleinement sa fonction qu'après un temps très-long, tandis que l'on constate bien plus tôt le passage des excitations de l'un des bouts à l'autre au travers de la cicatrice. C'est là une remarque qui a été faite par M. Flourens, par M. Nasse, par M. Bidder et par nous (1). On pourrait encore, pour reconnaître si les fonctions peuvent se rétablir, faire la même opération du côté opposé au bout d'un certain temps et voir ce que deviendraient plus tard, dans ces conditions, la sensibilité de la langue ainsi que la déglutition et l'action de laper (2) ; mais il faudrait, avant de pratiquer cette seconde opération, laisser s'écouler un temps très-long, afin que les nerfs réunis en premier lieu pussent reprendre préalablement leurs fonctions, si toutefois un tel résultat est possible.

A vrai dire, il ne nous paraît pas supposable que, dans les cas où le bout central du nerf lingual est uni au bout périphérique du nerf hypoglosse, ce dernier bout puisse jamais reprendre sa fonction. Il ne communique plus avec l'encéphale que par l'intermédiaire du nerf lingual ; il est donc dorénavant en relation exclusive avec les parties du centre nerveux auxquelles se rendent les fibres de ce dernier nerf. Ces parties sont destinées à jouer un rôle important dans le mécanisme de la sensibilité, et, dans l'état ordinaire des choses, elles n'exercent, suivant toute vraisemblance, aucune action excitatrice, volontaire et centrifuge sur le nerf lingual. Il faudrait donc, pour que le bout périphérique de l'hypoglosse pût recouvrer sa fonction, que les foyers d'origine du nerf lingual pussent devenir des centres d'excitation motrice, se mettre en rapport avec certaines parties bien déterminées de l'encéphale, acquérir en un mot les attributs et les relations physiologiques du foyer d'origine du nerf hypoglosse lui-même. La réalisation d'une pareille modification semble tout à fait impossible.

Au contraire, il pourrait se faire que le bout central du nerf hypoglosse, après qu'on aurait obtenu sa réunion avec le bout

(1) *Loc. cit.*, p. 68.

(2) MM. Gluge et Thiernesse ont fait huit fois la réunion du nerf lingual et du nerf hypoglosse des deux côtés : l'intervalle le plus long qu'ils aient mis entre les deux opérations a été d'un mois et demi. Ils ont constaté dans tous les cas, après la seconde opération, une gène assez grande de la déglutition et l'impossibilité de laper. Mais ils n'ont pas pu observer les animaux pendant assez longtemps après la seconde opération.

périphérique du nerf lingual, reprît ses fonctions, lorsqu'un temps suffisant se serait écoulé depuis l'opération. Nous avons montré, en effet, que le nerf lingual peut, lorsque le bout périphérique du nerf hypoglosse a perdu sa motricité, devenir moteur et provoquer, sous l'influence d'excitations expérimentales, des contractions dans la langue (1). Eh bien, dans les cas où le bout périphérique du lingual est réuni avec le bout central de l'hypoglosse, la régénération ayant lieu alors beaucoup plus rapidement et plus complétement dans ce bout périphérique que dans celui de l'hypoglosse, ne serait-il pas possible que le même phénomène se produisît encore? S'il en était ainsi, le bout central de l'hypoglosse pourrait probablement de nouveau susciter des mouvements volontaires ou réflexes dans la moitié correspondante de la langue par l'intermédiaire du bout périphérique du nerf lingual. C'est à la possibilité de ce résultat que nous pensions en parlant des expériences de M. Schiff. S'il n'a pas observé de mouvements de la langue en excitant le bout central du nerf hypoglosse, uni au bout périphérique du nerf lingual, il se peut que cela tienne uniquement à ce qu'il ne s'était pas encore écoulé un laps de temps assez long depuis le jour de l'opération. Plusieurs expériences que nous avons faites nous permettront sans doute bientôt de connaître ce qu'il faut croire à cet égard.

TROISIÈME PARTIE.

REMARQUES SUR LES CONSÉQUENCES PHYSIOLOGIQUES DES EXPÉRIENCES SUR LA RÉUNION BOUT A BOUT DE NERFS DE FONCTIONS DIFFÉRENTES.

Nous nous proposons d'examiner dans cette partie de notre travail deux points très-importants de la physiologie générale des nerfs. Nous chercherons d'abord à déterminer le sens dans lequel se propagent les excitations des fibres nerveuses sensitives et celles des fibres nerveuses motrices; puis nous discuterons la question de savoir si les fibres nerveuses de fonctions distinctes sont réellement différentes les unes des autres sous le rapport de leurs propriétés physiologiques (2).

(1) Compte rendu de l'Académie des sciences, 25 mai 1863.
(2) Nous avons déjà présenté ailleurs quelques considérations sur ces questions. (*Gazette hebdomadaire*, 23 janvier 1863.)

1° *Du sens dans lequel se propagent les excitations des fibres nerveuses motrices et celles des fibres nerveuses sensitives.*

Lorsque sur un mammifère vivant on coupe un nerf moteur, le nerf oculo-moteur commun, par exemple, si l'on excite par un agent mécanique, chimique ou physique le bout périphérique de ce nerf, on provoque une contraction des muscles oculaires auxquels il se distribue, ainsi qu'un rétrécissement de la pupille. Si l'on excite au contraire le bout central du nerf, il n'y a aucune manifestation, soit de motilité, soit de sensibilité. L'expérience est-elle faite sur un nerf sensitif, par exemple sur une racine postérieure d'un nerf rachidien, si l'on pince ou si l'on galvanise le bout périphérique de la racine, immédiatement après qu'on l'a coupée au milieu de sa longueur, il ne se produit ni mouvement, ni douleur; mais si l'on excite de la même façon le bout central, il y a aussitôt une violente douleur, et des mouvements réflexes se manifestent quand les racines antérieures sont intactes.

Quelle est la signification de ces résultats si nets, si constants? On a cru les interpréter d'une façon exacte en admettant que les fibres nerveuses motrices ne peuvent conduire les excitations que dans un sens, le sens centrifuge, et que les fibres nerveuses sensitives ne peuvent les conduire que dans le sens inverse, le sens centripète. On a même voulu faire de cette manière de voir une des lois fondamentales de la physiologie du système nerveux.

Il est facile de voir que l'interprétation dont il s'agit n'a aucune base solide, car les résultats en question s'expliquent tout aussi bien si l'on adopte l'hypothèse d'une transmission en double sens dans les fibres nerveuses, qu'elles soient sensitives ou motrices. Il suffit, en effet, pour se rendre compte de ces résultats, d'invoquer la différence de conditions anatomiques et physiologiques qui existe entre les deux extrémités des fibres nerveuses (1). Supposons que l'expérience soit faite sur un nerf sensitif. Les fibres de ce nerf sont en rapport par leur extrémité centrale avec un appareil qu'elles peuvent mettre

(1) C'est là du reste ce qu'ont fait certains physiologistes, et, entre autres, Todd, qui admet la propagation des irritations dans les deux sens, centripète et centrifuge. (*Cyclopædia of Anatomy and Physiology*, t. III, p. 720.)

en jeu, de façon à provoquer des effets très-évidents, tandis que les relations normales de leurs extrémités périphériques ne leur permettent aucune action reconnaissable, du moins dans l'état actuel de la science : il est donc tout naturel que l'excitation du bout périphérique de ces fibres ne produise aucun effet apparent, et que, faite au contraire sur le bout central, elle provoque des manifestations plus ou moins prononcées, de la douleur et des réactions volontaires ou réflexes. De même pour les nerfs moteurs : les excitations n'auront d'influence appréciable que sur leur bout périphérique, parce qu'elles n'agissent ou ne paraissent agir que sur les organes avec lesquels les fibres motrices sont en rapport par leurs extrémités périphériques, c'est-à-dire sur les muscles; tandis que, par suite des attributs des parties du centre nerveux avec lesquelles les extrémités centrales de ces fibres sont en connexion, les excitations portant sur le bout central ne détermineront aucune manifestation que l'on ait les moyens de constater.

Il ressort de ces considérations que l'expérience sur laquelle on s'est fondé pour admettre que les nerfs ne propagent les excitations que dans un seul sens est tout à fait insuffisante : elle ne peut pas fournir les données nécessaires pour la solution du problème. Un bon nombre de physiologistes l'ont bien senti, et ils ont cherché à arriver à cette solution par d'autres voies. Les uns ont eu recours à des faits empruntés à l'anatomie, les autres à des expériences. Les faits anatomiques dont on s'est servi n'ayant aucune valeur sérieuse, nous ne mentionnerons que les tentatives expérimentales.

J. Müller (1) coupait sur une grenouille les racines postérieures des nerfs qui se rendent aux pattes de derrière, puis il l'empoisonnait avec de l'opium. On sait que cette substance produit chez la grenouille une exaltation très-marquée de l'excitabilité de la moelle, un véritable état de tétanisme. Lorsque l'animal était sous l'influence du poison, on irritait les nerfs d'un des membres postérieurs. Ces nerfs n'étant plus en relation avec la moelle que par les racines antérieures ou motrices, si l'on avait déterminé des convulsions générales, on aurait eu ainsi la preuve que ces irritations avaient été transmises à la moelle épinière par les fibres

(1) *Manuel de physiologie*, trad. par Jourdan, t. I, p. 623.

motrices, en y suivant une direction centripète, et l'on aurait pu en conclure que ces fibres propagent les excitations dans les deux sens, centripète et centrifuge. Or, le résultat de l'expérience fut toujours négatif; lorsque l'on irritait les nerfs, sans imprimer le moindre mouvement à l'animal, il n'y avait jamais de convulsions générales. Müller se garde bien d'ailleurs de considérer cette expérience comme décisive; il ne la donne que comme un exemple d'un des moyens qu'on pourrait employer pour élucider la question.

Nous avons déjà parlé de l'expérience de M. Schwann, répétée par Steinrück. Elle n'a aussi donné que des résultats négatifs. Il en est de même encore des expériences de M. Bidder dont nous avons présenté une courte analyse. Ce physiologiste était entré évidemment dans la bonne voie, car c'est en l'y suivant que nous avons, ce nous semble, trouvé la solution la plus nette de la question dont il s'agit. Mais M. Bidder, comme nous l'avons vu, ne put point réussir à souder isolément bout à bout le nerf lingual avec le nerf hypoglosse, et sa tentative fut tout à fait infructueuse (1).

Les travaux de M. Du Bois-Reymond ont introduit de nouveaux éléments dans la discussion du point en litige. On connaît les phénomènes remarquables qu'il a découverts : le courant nerveux propre ou *pouvoir électro-moteur* des nerfs; l'état électrique produit dans un nerf par le passage d'un courant continu dans une partie de la longueur d'un nerf, c'est-à-dire l'*état électro-tonique*, et enfin l'affaiblissement du courant propre d'un nerf pendant que ce nerf est sous l'influence d'une excitation durable, que cette excitation émane des centres nerveux (strychnisme), ou qu'elle soit déterminée par un agent galvanique (courant interrompu), par un irritant chimique, mécanique ou thermique, ce phénomène constituant ce que l'auteur désigne sous le nom de *variation négative* (2). Or M. Du Bois-Reymond a constaté que l'état électro-tonique se montre aussi bien au-dessus des points d'application des pôles galvaniques qu'au-dessous de ces points, et par conséquent que l'effet du

(1) Rappelons ici que les expériences de M. Schiff et celles de MM. Gluge et Thiernesse sur la réunion du nerf lingual avec le nerf hypoglosse n'ont donné, comme celles de M. Bidder, que des résultats négatifs.

(2) *Untersuchungen über thierische Elektricität,* Berlin, 1848-49; Longet, *Traité de Physiologie,* 2e édit., t. II, p. 319 et suiv.

courant se propage à toute la longueur du nerf, dans la direction centripète et dans la direction centrifuge. Il a fait la même observation relativement à la variation négative qui se manifeste également dans toute la longueur du nerf, par conséquent aussi dans les deux directions. De ces faits il conclut que lorsqu'un point quelconque d'un nerf est soumis à une excitation, elle s'y propage dans les deux sens, centripète et centrifuge. Un grand nombre de physiologistes, surtout en Allemagne, ont adopté complétement les vues de M. Du Bois-Reymond sur les relations étroites qui existeraient, suivant lui, entre les propriétés nerveuses et les phénomènes électriques qui se manifestent dans les nerfs; ils ont, de même que cet auteur, considéré les faits qu'il a découverts comme démontrant d'une façon péremptoire que les excitations se propagent simultanément dans les nerfs du centre vers la périphérie et de la périphérie vers le centre. Mais d'autres physiologistes, et en grand nombre aussi, sont loin d'être convaincus de l'identité des propriétés nerveuses et des phénomènes électro-nerveux; pour eux, si les expériences de M. Du Bois-Reymond établissent clairement que, sous l'influence des courants, il se produit des modifications de l'état électrique des nerfs dans toute la longueur de ces organes, elles ne peuvent prouver qu'il y a une transmission en double sens de l'excitation nerveuse proprement dite. Pour ces physiologistes, la question demande donc d'autres données pour pouvoir être définitivement jugée.

Une expérience qui eût été d'un bien grand poids, si elle avait réussi, est celle qui avait été instituée par M. Schiff (1). Après avoir mis à découvert, sur un animal, deux nerfs sensitifs voisins, à la cuisse ou au bras, il les coupait, enlevait une grande partie des bouts périphériques, puis réunissait les deux bouts centraux à l'aide de points de suture. Au bout de plusieurs semaines, la réunion était complète : il coupait alors transversalement un des deux bouts centraux réunis l'un à l'autre, et excitait, soit par des agents mécaniques, soit par l'électricité, le bout ainsi séparé du centre nerveux. Or, ce bout nerveux se montra insensible jusqu'au voisinage du lieu de la réunion. Deux fois pourtant il y eut de la douleur lorsque l'excitation portait sur un point rapproché de la cicatrice

(1) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Lahr, 1859, p. 136 et suiv.

nerveuse; mais ces deux faits ne parurent pas à M. Schiff lui-même avoir une valeur assez grande pour autoriser une conclusion définitive. L'expérience de M. Schiff mériterait certainement d'être répétée, et il est bien probable qu'elle témoignerait de la façon la plus significative en faveur de la transmission des excitations en double sens dans les nerfs, si on laissait un intervalle de temps considérable entre le jour de l'opération et celui de l'examen des nerfs réunis.

Pour terminer cet aperçu des diverses tentatives faites pour déterminer la loi de la propagation des excitations dans les fibres nerveuses, nous citerons les expériences ingénieuses dues à M. W. Kühne (1). Cet expérimentateur constate d'abord que le nerf destiné au muscle couturier des grenouilles y pénètre au niveau de la partie moyenne, s'y divise en deux branches qui se dirigent vers les deux extrémités et que chaque tube nerveux se divise avant de se terminer en deux ou plusieurs branches destinées chacune à un faisceau musculaire primitif distinct. Ces branches se terminent à une certaine distance des deux extrémités du muscle. M. Kühne détache complétement un muscle couturier, le suspend par son extrémité inférieure, puis détruit la substance contractile de l'extrémité supérieure, devenue déclive, en exposant cette extrémité, dans une longueur de six à sept millimètres, à une influence qui n'a d'action immédiate que sur cette substance contractile et respecte les nerfs pendant assez longtemps. L'effet désiré est obtenu à l'aide d'un bain d'huile à quarante degrés centigrades, ou de l'acide chlorhydrique dilué (0,1 pour 100) ou d'une solution aqueuse étendue de sulfocyanure de potassium (1 pour 100). Lorsque la substance musculaire est détruite dans l'étendue indiquée, on pratique des coupes transversales très-rapprochées l'une de l'autre sur cette extrémité du muscle, et l'on voit parfois, alors qu'on agit encore sur cette partie altérée, des contractions se produire dans le muscle. Ces contractions ne sauraient s'expliquer, suivant l'auteur, qu'en admettant que l'instrument a irrité quelques-unes des ramifica-

(1) Mittheilung betreffend die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln und das doppelsinnige Leitungsvermögen der motorischen Nervenfaser. *Monatsberichte der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin*; 1859, p. 395; v. p. 400 et suiv. Voir aussi : *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1859, p. 595 : Ueber das doppelsinnige Leitungsvermögen der motorischen Nerven.

tions périphériques des tubes nerveux, et que cette irritation, remontant jusqu'au point où a lieu la division de ces tubes, sera venue par récurrence exciter des faisceaux musculaires non altérés et animés par d'autres ramifications de ces mêmes tubes nerveux.

M. Kühne fait l'expérience d'une autre façon et le résultat est tout aussi net et beaucoup plus constant. Il enlève un muscle couturier sur une grenouille, et il fend en deux moitiés l'extrémité inférieure de ce muscle, dans une hauteur de six à sept millimètres. Il écarte l'une de l'autre les deux languettes; puis, à l'aide de ciseaux, il pratique des sections transversales sur l'une d'elles. Tant qu'on n'a pas atteint une hauteur de quatre ou cinq millimètres au-dessus de l'extrémité, il ne se produit de contractions que dans la languette irritée. Mais aussitôt que les sections dépassent cette limite, on voit presque toujours chaque coup des ciseaux déterminer une contraction, non-seulement dans la languette excitée directement, mais encore dans l'autre languette; et ce qui paraît bien prouver que l'excitation est transmise exclusivement par les fibres nerveuses, c'est que l'effet ne se produit point si l'on emploie comme agents d'irritation les excitants musculaires et qu'il ne se manifeste que sous l'influence des excitants nerveux (1). L'explication est ici, d'après M. Kühne, la même que dans le cas précédent. La section longitudinale de l'extrémité du muscle a séparé les unes des autres les branches secondaires d'un certain nombre de fibres primitives nerveuses. Supposons, par exemple, une fibre nerveuse qui se bifurque à son extrémité périphérique : l'une des deux languettes du muscle contiendra une des branches de bifurcation de la fibre nerveuse, l'autre languette contiendra la seconde branche, et il en sera de même pour plusieurs fibres nerveuses primitives. Lorsqu'on excite les branches nerveuses secondaires comprises dans une des languettes, l'excitation monte jusqu'à l'angle de bifurcation des fibres nerveuses primitives, et de là descend dans l'autre branche pour provoquer une contraction de la languette musculaire correspondante.

(1) M. W. Kühne a montré que certaines substances n'agissent comme agents d'irritation que sur les muscles, tandis que d'autres substances n'excitent que les nerfs. (Note sur l'irritation chimique des nerfs et des muscles. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1859, 21 février et 7 mars.)

Malgré les précautions prises par M. W. Kühne pour éviter les causes d'erreur, les expériences que nous venons de relater ne peuvent pas être considérées comme entièrement concluantes, parce que, d'une part, leur signification dépend de l'exactitude des faits anatomiques qui ont servi à les interpréter, et parce que, d'autre part, ces faits ne fussent-ils pas discutables, l'interprétation donnée ne serait peut-être point la seule que l'on pût proposer.

Cette revue des diverses tentatives faites pour déterminer la loi de propagation des excitations dans les fibres nerveuses montre en résumé que la question n'était pas encore résolue de façon à dissiper tous les doutes, lorsque nous avons publié le résumé de nos recherches (1). Les expériences de M. Du Bois-Reymond et celles de M. Kühne, les seules dont on pût tenir compte alors, ne fournissaient que des données contestables; en un mot, il n'y avait pas encore de faits décisifs. Or, les expériences que nous avons consignées dans ce mémoire nous semblent combler définitivement cette lacune.

Lorsque le travail de soudure du bout central du nerf lingual avec le bout périphérique du nerf hypoglosse est complétement achevé, et lorsque, sous l'influence de cette soudure, les fibres nerveuses de ce bout périphérique, d'abord altérées, se sont suffisamment régénérées, nous avons vu l'excitation mécanique du nerf lingual se transmettre au nerf hypoglosse et produire des contractions très-étendues et très-fortes des muscles de la langue. L'effet est absolument le même si l'on détache du bout central du nerf lingual l'extrémité unie au bout périphérique du nerf hypoglosse, et si l'on irrite cette extrémité. L'excitation se propage donc dans cette extrémité du centre vers la périphérie, et cependant il s'agit d'un nerf sensitif, lequel, ainsi que nous l'avons noté précédemment, ne contient, au niveau du point excité, aucune fibre motrice anastomotique (2). Les excitations peuvent donc se propager dans un nerf sensitif, en suivant une direction centrifuge. Mais le résultat obtenu, lorsque le

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, loc. cit.*

(2) Nous croyons devoir répéter ici que les effets déterminés par l'excitation du bout central du nerf lingual ne nous paraissent pas pouvoir être attribués à la présence de quelques fibres vaso-motrices dans ce nerf.

bout central du nerf lingual était intact, doit être signalé d'une façon toute spéciale. Il ne pouvait plus se produire, dans nos expériences, de mouvements réflexes par l'intermédiaire du nerf hypoglosse, puisque toute la partie centrale de ce nerf était enlevée par arrachement. Or, lorsqu'on pressait le bout central du nerf lingual entre les mors d'une pince, il y avait, au même moment, douleur vive et contraction des muscles de la langue. L'excitation s'était par conséquent propagée en même temps dans le sens centripète et dans le sens centrifuge.

Ces faits établissent donc que la propagation des excitations dans les nerfs sensitifs se fait simultanément dans les deux sens, centripète et centrifuge (1).

Nous avons dit ailleurs que les résultats de l'excitation du bout périphérique du nerf hypoglosse étaient loin d'avoir une signification aussi nette que les précédents. La douleur qu'on détermine alors peut être attribuée exclusivement à la présence de fibres sensitives dans le nerf hypoglosse, fibres qui se seraient régénérées en même temps que les éléments moteurs, et se seraient mises en rapport avec les fibres du nerf lingual. Nous ne possédons donc pas de faits qui puissent démontrer directement que la propagation se fait dans les fibres motrices comme dans les fibres sensitives; mais l'analogie parle ici avec tant de force que nous n'hésitons pas à admettre que les excitations se transmettent de la même façon dans toutes les fibres nerveuses, et à considérer comme une loi générale de la physiologie des fibres nerveuses la proposition suivante : *Lorsqu'une fibre nerveuse, quelle que soit sa fonction, est excitée en un point quelconque de son trajet, l'excitation se propage aussitôt dans les deux sens, centripète et centrifuge* (2).

(1) Il faut rapprocher de ces faits ceux que nous avons constatés dans une autre série d'expériences. Après que l'on a arraché la partie centrale du nerf hypoglosse, le nerf lingual acquiert une influence motrice sur les muscles de la langue, action qu'il ne possède pas dans l'état normal. Si l'on excite le nerf lingual, lorsque cette modification s'est produite, il y a en même temps contraction des muscles de la langue et douleur intense. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 mai 1863.)

(2) M. Bert a publié un fait très-intéressant qui montre que les excitations peuvent se propager dans les nerfs sensitifs en sens inverse du sens ordinaire. Après avoir greffé l'extrémité de la queue d'un rat sous la peau du dos de l'animal, il a coupé complétement la queue à un centimètre environ de l'anus. Au bout de trois mois cette queue, devenue parasitaire, commençait à montrer quelques traces de sensibilité; trois mois plus tard la sensibilité était assez vive. Les excitations se

A vrai dire, cette formule ne paraît point trouver son application lorsque l'on considère uniquement les phénomènes ordinaires de l'innervation. Les excitations motrices, en effet, ont leurs points de départ dans des parties centrales du système nerveux, cérébro-spinal, ou sympathique; elles agissent donc d'abord sur l'extrémité centrale des fibres nerveuses motrices et se propagent nécessairement dans ces fibres du centre vers la périphérie. S'il s'agit au contraire des fibres sensitives, ce sont les extrémités périphériques de ces fibres qui sont excitées en premier lieu, et l'excitation se propage forcément de la périphérie vers le centre. Les excitations semblent ainsi se propager dans un sens constant et exclusif; centrifuges dans les fibres motrices, elles seraient centripètes dans les fibres sensitives. Mais si l'on réfléchit à cette propriété que possèdent les parties excitées d'une fibre nerveuse de transmettre aux parties voisines, dans les deux sens, la modification que l'excitation leur fait subir, on est conduit à se représenter autrement le phénomène de la propagation. Au fur et à mesure que l'excitation atteint un point quelconque du nerf, elle doit, en même temps qu'elle poursuit sa marche centripète ou centrifuge, affecter par une sorte de récurrence les points qu'elle a déjà parcourus; et, si l'on tient compte de l'extrême rapidité de cette propagation à la fois directe et récurrente, on voit que tous les points de la fibre nerveuse sont à un moment simultanément excités. Il y aurait donc, à ce moment, dans toute la longueur de la fibre nerveuse, une sorte d'éréthisme pouvant déterminer des effets aux deux extrémités. On ne connaît actuellement que l'effet qui se manifeste à l'extrémité opposée au point de départ de l'excitation; mais de ce que cet effet est seul connu, on ne peut pas conclure qu'il existe seul. Peut-être arrivera-t-on plus tard à constater expérimentalement que les fibres nerveuses excitées réagissent sur les éléments qui servent de points de départ aux excitations, et que cette réaction joue un rôle important dans les fonctions de ces fibres. Une nouvelle lumière serait sans doute jetée ainsi sur quelques points de la physiologie, par exemple sur les phénomènes subjectifs observés chez les amputés, peut-être aussi

propageaient alors de la base de la queue vers la pointe. (*Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1864, p. 69 et suiv.)

sur la sensibilité musculaire (1). Mais aujourd'hui ces conjectures ne peuvent pas être vérifiées directement, et toute induction fondée sur elles est interdite avant que des recherches ultérieures aient prononcé sur leur valeur.

2° *De l'identité probable des fibres nerveuses de fonctions différentes, sous le rapport des propriétés physiologiques.*

Les expériences dont nous avons donné la relation dans ce travail renversent complétement un des principaux arguments sur lesquels on s'est appuyé pour admettre qu'il y a des différences essentielles, fondamentales, entre les fibres nerveuses sensitives et les fibres nerveuses motrices. Avant de faire ressortir le coup que nos expériences portent à cette manière de voir, il n'est pas sans intérêt de passer rapidement en revue les autres arguments pour juger de leur valeur.

a. D'après MM. Bidder et Volkmann (2), les nerfs sensitifs contiennent une proportion plus considérable de tubes nerveux minces que les nerfs moteurs.

Cette différence, on le voit, n'est pas absolue, et, dans les nerfs sensitifs, comme le nerf lingual ou les racines postérieures des nerfs spinaux, on trouve des fibres nerveuses larges entremêlées aux fibres grêles. De même, les nerfs moteurs de l'œil, par exemple, ou les racines antérieures des nerfs spinaux, contiennent des fibres grêles au milieu des fibres larges. La sensibilité n'est donc pas l'attribut exclusif des fibres nerveuses grêles, ni la motricité celui des fibres nerveuses larges, et il n'y a pas là, par conséquent, matière à constituer un trait distinctif, relativement à la question qui nous occupe.

b. Les fibres nerveuses motrices ont leurs foyers de nutrition dans la substance grise de la moelle épinière, tandis que la nutrition des fibres nerveuses sensitives est sous l'influence des ganglions spinaux. (Aug. Waller) (3).

On sait, depuis les expériences de M. Waller, vérifiées par plusieurs autres physiologistes, que lorsqu'on a pratiqué une

(1) Quelques-uns des phénomènes déterminés par la compression des nerfs trouveraient vraisemblablement leur explication dans cette transmission des excitations nerveuses en double sens, centrifuge et centripète.

(2) Kölliker, *Éléments d'histologie humaine*, trad. française, 1856, p. 360.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 34, 1852, p. 842 et suiv.

section complète des deux racines d'un nerf spinal, au milieu de leur longueur, c'est le segment périphérique de la racine antérieure qui seul s'altère et subit une complète dégénération, le segment central demeurant sain, tandis que c'est le segment central de la racine postérieure qui s'altère seul et complétement pendant que le segment périphérique, celui qui porte le renflement ganglionnaire, reste à l'état sain. Ces résultats sont assurément du plus haut intérêt, et ils ont fourni les premières données importantes que l'on ait eues sur le rôle physiologique des ganglions spinaux; mais la différence de dépendances nutritives qu'ils ont fait connaître entre les deux sortes de fibres nerveuses n'implique aucunement une différence de propriétés physiologiques entre ces fibres.

c. Il faut un courant électrique plus fort pour exciter les fibres sensitives que pour exciter les fibres motrices. (Cl. Bernard) (1).

« Lorsqu'on excite, dit M. Cl. Bernard, le tronc du nerf scia-« tique d'une grenouille, tenant d'une part à la moelle épi-« nière et de l'autre aux muscles de la jambe, avec une pile « très-faible ou avec le courant musculaire d'une grenouille, « on n'obtient jamais de contraction réflexe par suite de l'exci-« tation du nerf sensitif, tandis qu'on obtient constamment la « contraction dans les muscles où se rend le nerf sciatique par « l'excitation du nerf moteur. » La différence que l'on constate dans les expériences de ce genre, n'aurait une certaine valeur que si l'on pouvait démontrer avec quelque netteté qu'elle ne peut tenir qu'à une différence réelle de l'excitabilité propre des deux sortes de fibres nerveuses. Mais rien ne prouve qu'il en soit ainsi (2), et il n'est pas impossible que cette différence, si elle existe, trouve sa raison ailleurs. Il se peut, en effet, que la transmission des excitations des fibres sensitives aux parties centrales du système nerveux se fasse plus difficilement que la

(1) Note sur les quantités variables d'électricité, nécessaires pour exciter les propriétés des différents tissus. *Mémoires de la Société de Biologie*, 1857, p. 113, v. p. 115.

(2) Il est extrêmement difficile d'établir une comparaison rigoureuse sous ce rapport entre les fibres motrices et les fibres sensitives, parce que leur excitabilité présente de très-grandes variations dans les différents points de leur longueur. V. Brown-Séquard : *On the Different Degrees of Excitability of the Different Parts of the Sensitive Nerve-Fibres*; Experimental Researches, New-York, 1853; p. 98. — V. aussi Schiff; *loc. cit.*, p. 168.

transmission des excitations des fibres motrices aux éléments musculaires ; cette hypothèse n'est certainement pas invraisemblable, et, par suite, la différence signalée doit être, au moins provisoirement, laissée en dehors de la discussion.

d. Après la mort, les nerfs sensitifs perdent leurs propriétés du centre à la périphérie ; les nerfs moteurs, de la périphérie au centre.

C'est encore là une différence qui est probablement bien plus apparente que réelle. Nous avons dit que lorsqu'une fibre nerveuse est soumise à une excitation, il y a une sorte d'éréthisme qui se produit aussitôt dans toute la longueur de cette fibre. Il n'est pas douteux que cet éréthisme n'a pas la même intensité dans tous les points de la fibre, qu'il est plus prononcé au voisinage du point d'application du stimulus et qu'il s'affaiblit progressivement à partir de ce point. Or, il faut évidemment que l'excitation ait une certaine force, lorsqu'on agit loin de l'organe qui doit être mis en jeu, pour pouvoir se transmettre à cet organe. Si la vitalité de la fibre nerveuse diminue, une excitation qui aurait suffi pour la parcourir tout entière deviendra insuffisante ; mais elle pourra encore déterminer un effet plus ou moins prononcé, suivant qu'on se rapprochera plus ou moins des parties sur lesquelles elle peut agir. De plus, il faut tenir compte aussi des modifications qui ont eu lieu après la mort dans ces parties elles-mêmes. On sait que les parties centrales du système nerveux perdent alors très-promptement leurs propriétés ; et, bien qu'il n'en soit pas de même des muscles, puisque la contractilité paraît au contraire s'exalter pendant un certain temps (1), il est à croire qu'il s'y produit assez rapidement, dans les points où les fibres nerveuses entrent en conflit avec les fibres musculaires, une altération de nature jusqu'ici indéterminée, qui rend difficile d'abord, puis impossible, l'action du nerf sur le muscle. Ces considérations nous paraissent conduire à une explication très-plausible des phénomènes qu'on observe après la mort. S'il s'agit d'un nerf sensitif, sa faculté conductrice s'affaiblissant et l'excitabilité des parties centrales du système nerveux diminuant avec rapidité, il faudra, au fur et à mesure que l'on attendra plus longtemps après la mort, employer, pour déterminer une manifes-

(1) E. Faivre. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1860, 2 avril.

tation réflexe, un excitant de plus en plus fort, et agir sur un point de plus en plus rapproché du centre nerveux. S'il s'agit d'un nerf moteur, on devra appliquer l'excitant sur un point de plus en plus voisin du muscle.

e. Les fibres sensitives dégénérées après leur séparation du centre nerveux se régénèrent plus vite que les fibres motrices dans les mêmes conditions et récupèrent plus rapidement leurs fonctions. (Schiff) (1).

Cet énoncé comprend deux propositions distinctes qui doivent être examinées séparément.

Les fibres nerveuses sensitives se régénèrent-elles véritablement d'une façon plus rapide que les fibres motrices? Nous devons dire que, dans nos expériences sur la régénération autogénique des nerfs, nous n'avons pas constaté nettement qu'il y eût une différence de ce genre entre les deux sortes de nerfs. La régénération la plus rapide que nous ayons observée, quarante-six jours après l'opération, s'est même produite dans un cas où l'excision avait été faite sur le nerf hypoglosse; aussi n'admettons-nous pas sans quelques réserves la proposition émise par M. Schiff. Mais quand bien même il serait constant que les fibres nerveuses sensitives se régénèrent plus vite que les fibres nerveuses motrices, il n'y aurait peut-être rien là qui pût surprendre, car les phases de la dégénération et de la régénération ultérieure paraissent être d'autant plus rapides que les fibres nerveuses sont plus grêles. D'ailleurs cette explication fût-elle inexacte, une différence de cette sorte dans le processus nutritif de ces nerfs devrait-elle suffire pour faire admettre entre eux une différence corrélative dans les propriétés physiologiques?

Si ce caractère distinctif est très-contestable, celui qu'on voudrait tirer du retour des fonctions qui a lieu plus rapidement dans les nerfs sensitifs que dans les nerfs moteurs, ne saurait résister à un examen tant soit peu sérieux. Après la section d'un nerf moteur, les muscles auxquels se rend ce nerf subissent une altération plus ou moins étendue et plus ou moins profonde; aussi, quand la cicatrisation des deux bouts du nerf s'est produite, les excitations du bout central ne peuvent faire contracter les muscles que lorsque cette altération a dis-

(1) *Loc. cit.*, p. 124.

paru en grande partie. Or la guérison des muscles ainsi altérés se fait attendre toujours longtemps, et l'on comprend par conséquent, comment les mouvements volontaires ne se montrent de nouveau dans ces muscles qu'au bout d'un temps en général très-long. Il n'en est pas de même des fonctions des nerfs sensitifs. Les parties centrales auxquelles se rend un nerf sensitif restent saines après la section de ce nerf, et, dès que la réunion des deux bouts séparés a eu lieu, dès que la communication des irritations peut se faire du bout périphérique régénéré au bout central, la fonction du nerf peut se rétablir et se rétablit progressivement et avec une assez grande rapidité (1).

f. On peut abolir les propriétés des tubes nerveux sensitifs et laisser intactes celles des tubes nerveux moteurs, en injectant dans le système artériel d'un membre de l'eau contenant en suspension une poudre inerte (Flourens) : inversement il est possible d'anéantir les propriétés des tubes nerveux moteurs en respectant celles des tubes nerveux sensitifs, et cela soit au moyen d'injections faites avec des liquides irritants tels que le chloroforme ou les huiles essentielles (Flourens), soit par l'empoisonnement à l'aide du curare. (Cl. Bernard, Kölliker.)

M. Flourens a montré que lorsqu'on injecte une poudre inerte (lycopode, par exemple) en suspension dans l'eau, dans l'artère crurale d'un chien, il y a constamment abolition de la sensibilité des nerfs du membre correspondant, et que ces nerfs conservent néanmoins pendant un certain temps leur motricité (2). Or, ce résultat n'est pas dû à une action spéciale, élective, de ces injections sur les tubes nerveux sensitifs contenus dans les nerfs mixtes; il est produit par la suspension brusque et complète du cours du sang dans la partie de la moelle épinière qui donne origine aux nerfs du membre injecté (3).

L'injection d'un liquide irritant dans le système artériel d'un membre détermine, comme l'a fait voir M. Flourens, une

(1) Lorsqu'on coupe le nerf sciatique sur un animal adulte, il arrive souvent que, quatre ou cinq mois après l'opération, quand la réunion est bien achevée, les excitations faites au-dessous du lieu de la réunion déterminent de la douleur, tandis que celles qui portent sur un point situé au-dessus de cet endroit ne provoquent aucun mouvement des muscles du pied.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1847, p. 905 et suiv., et 1849, p. 37 et suiv.

(3) *Gazette hebdomadaire*, 1861, p. 350 et suiv.

abolition de la motricité des nerfs de ce membre; ces nerfs possèdent encore pendant quelque temps leur sensibilité. Ici encore, il n'y a pas action directe sur les tubes nerveux dont les fonctions sont anéanties : l'effet constaté est dû à l'altération chimique que les substances employées font subir aux muscles, de telle sorte qu'ils ne peuvent plus répondre à l'excitation des nerfs (1).

Les expériences de M. Cl. Bernard et de M. Kölliker sur l'action du curare ont une grande importance dans la question que nous discutons. Il semble même, au premier abord, qu'elles sont de nature à la résoudre complétement. On sait que ces physiologistes ont montré que chez les animaux empoisonnés par le curare, les nerfs perdent leur motricité, tandis qu'ils conservent leur sensibilité. Sans nous livrer à une discussion qui ne serait pas ici à sa place, nous devons dire que si le fait signalé est très-réel, rien ne prouve que l'interprétation qu'on en donne soit exacte. Les particularités diverses des expériences faites à l'aide du curare inspirent nécessairement quelques doutes sur l'abolition véritable de l'excitabilité des tubes nerveux moteurs : il nous suffira de citer parmi ces particularités la marche de l'action du poison, action qui porterait d'abord sur les extrémités périphériques des nerfs moteurs pour remonter ensuite peu à peu jusqu'aux troncs nerveux. Il est si difficile d'admettre qu'un tube nerveux moteur puisse être influencé dans un point de sa longueur par un agent toxique qui n'agirait pas en même temps sur les autres points; cela, disons-nous, est si peu présumable, que nous aimons mieux croire avec M. Brown-Séquard (2) et plusieurs autres physiologistes, que les phénomènes dont il s'agit et qui se manifestent chez les animaux soumis à l'action toxique du curare, sont dus à une modification qui se produit non pas dans les tubes nerveux moteurs, mais entre les extrémités de ces

(1) Kussmaul. De la cadavérisation des muscles produite par les injections de chloroforme dans les artères; *Archiv für pathol. Anatomie*, t. XIII, p. 289; Analyse dans *Archives générales de médecine*, 1858, p. 318.

(2) Communication faite à la société de Biologie, il y a plusieurs années. M. Funke a émis une opinion analogue (*Berichte der königl. sæchsischen Gesellsch. der Wissenschaften*, 1859, 15 janv., citation de M. Kühne, Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes, *Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv*. 1860, p. 485).

tubes et les fibres musculaires (1). Nous pouvons d'ailleurs prouver que le curare agit sur les nerfs sensitifs comme sur les nerfs moteurs, dès qu'ils sont à leur périphérie dans les mêmes conditions physiologiques que ceux-ci, de sorte qu'il n'y a, sous ce rapport, aucune différence réelle entre les uns et les autres. Si l'on introduit sous la peau d'un chien plusieurs gouttes d'une très-forte solution de curare, la respiration s'arrête bien avant que les nerfs des membres aient perdu leur motricité. Mais si l'on pratique la respiration artificielle, de façon à entretenir les mouvements du cœur, on constatera au bout d'une demi-heure environ que la motricité est abolie dans ces nerfs. A ce moment, les nerfs hypoglosses auront aussi perdu leur motricité (2). Or, si l'on fait l'expérience sur un chien chez lequel la portion centrale d'un des nerfs hypoglosses a été arrachée 20, 30 ou 40 jours auparavant, et chez lequel le nerf lingual correspondant a acquis la faculté de déterminer, sous l'influence des excitations, des contractions des muscles de la langue, on reconnaît que cette faculté disparaît dans le nerf lingual, tout comme la motricité dans le nerf hypoglosse du côté opposé.

g. Nous arrivons enfin à une différence qu'on a indiquée aussi entre les fibres nerveuses motrices et les fibres nerveuses sensitives, et qui consisterait en ce que les fibres nerveuses sensitives ne pourraient propager les excitations qu'elles subissent que dans un sens, le sens centripète, tandis que les fibres nerveuses motrices les transmettraient uniquement dans le sens centrifuge. Or nous avons établi que les excitations dans les tubes nerveux soit sensitifs, soit moteurs, se propagent dans les deux sens, centripète et centrifuge. Il n'y a donc aucune différence entre les deux sortes de tubes nerveux, sous le rapport du sens suivant lequel se propagent les excitations.

Tels sont les principaux caractères différentiels à l'aide des-

(1) Nous devons dire la même chose des substances qui déterminent les mêmes effets chez la grenouille, à savoir la nicotine, la strychnine, etc.

(2) Certains nerfs, comme par exemple le nerf pneumogastrique, le cordon cervical du grand sympathique, le nerf oculo-moteur commun, conservent bien plus longtemps leur motricité. Plus d'une heure après l'introduction du curare sous la peau, on peut arrêter les mouvements du cœur en galvanisant les nerfs vagues, faire dilater la pupille en galvanisant le cordon cervical du grand sympathique, accolé au nerf pneumogastrique, la faire se rétrécir, en exposant l'œil à la lumière, ou en galvanisant l'oculo-moteur dans la cavité crânienne.

quels on a cru pouvoir établir une distinction radicale entre les fibres sensitives et les fibres motrices (1). Ces caractères, comme nous venons de le montrer, sont loin d'avoir le degré d'importance qu'on leur a attribué. Parmi les différences signalées, les unes n'ont aucune portée physiologique, les autres peuvent être expliquées de telle sorte que les propriétés essentielles des tubes nerveux se trouvent tout à fait hors de cause. En un mot, toutes ces prétendues oppositions entre les fibres nerveuses motrices et les fibres nerveuses sensitives sont tout à fait insuffisantes pour justifier l'opinion qui regarde ces deux sortes de fibres comme des éléments de nature distincte. Mais cette opinion trouvait encore un appui dans les résultats négatifs des expériences instituées dans le but d'obtenir une réunion bout à bout entre ces deux sortes de fibres. C'est surtout en se fondant sur l'insuccès de ces expériences que M. Schiff, ainsi que nous l'avons déjà rapporté, arrive à considérer les fibres sensitives et les fibres motrices comme devant être de nature fondamentalement différente. C'est par le même motif que MM. Gluge et Thiernesse sont conduits à formuler une conclusion déjà citée aussi, conclusion qui s'éloigne, comme termes, de celle de M. Schiff, mais qui renferme implicitement la même idée : « Le mouvement organique dans les fibres nerveuses, qui détermine la sensation, doit être différent de « celui qui produit la contraction musculaire. » Nos expériences enlèvent ce dernier soutien aux physiologistes qui croient à la dissemblance essentielle des fibres motrices et des fibres sensitives. Elles montrent en effet que ces fibres peuvent se réunir bout à bout; que les excitations des unes peuvent se transmettre aux autres; qu'on peut provoquer des contractions musculaires, en irritant les fibres du bout central d'un nerf sensitif uni au bout périphérique d'un nerf moteur; qu'on peut enfin, suivant toute vraisemblance, déterminer de la douleur par l'irritation de fibres motrices périphériques unies aux fibres d'un bout central sensitif.

On ne peut donc en définitive invoquer aucun argument d'une valeur sérieuse pour soutenir que les fibres sensitives

(1) D'autres traits distinctifs ont été indiqués; mais il est facile de voir que soumis, comme l'ont été les précédents, à un examen critique tant soit peu rigoureux, ils ne seraient pas plus significatifs.

sont d'une autre nature que les fibres motrices. Au contraire, nos expériences montrent tout au moins qu'il y a entre ces fibres une analogie des plus grandes sous le rapport des propriétés physiologiques. Cette analogie est encore indiquée jusqu'à un certain point par ce fait que les phénomènes électro-nerveux (1) se manifestent d'une façon complétement semblable dans les nerfs sensitifs et dans les nerfs moteurs.

Dans cet état de choses, on se trouve naturellement amené à se demander si l'on ne doit pas aller plus loin, et considérer les fibres nerveuses sensitives et motrices comme douées de propriétés physiologiques tout à fait identiques.

Plusieurs physiologistes ont déjà répondu à cette question par l'affirmative. « Nous ne pouvons, dit Todd (2), attribuer la « différence des fonctions des nerfs qu'à la nature de leurs « connexions périphériques et centrales. La même force ner- « veuse est propagée par les fibres de chaque espèce, mais cette « force excite le mouvement ou la sensation suivant qu'il y a « connexion avec les muscles dans un cas, et avec le centre de « sensation dans l'autre. » C'est aussi de la différence des connexions des nerfs que M. Lewes fait dépendre la différence de leurs fonctions. « Les muscles fléchisseurs, extenseurs et sphinc- « ters, dit-il (3), ne sont pas regardés comme étant d'espèce « différente, mais comme les mêmes organes destinés à diffé- « rents usages : la propriété spéciale des muscles, la contrac- « tilité, se retrouve dans les trois catégories de muscles; mais « cette propriété sert à divers usages, quand les connexions « anatomiques des muscles diffèrent. De la même façon, les « nerfs qui sont distribués à des surfaces impressionnables, à « des muscles et à des glandes sont tous de la même nature et « ont les mêmes propriétés; mais ils diffèrent par leurs usages « comme ils diffèrent par leurs connexions anatomiques. » D'autres auteurs ont exprimé la même opinion et presque dans les mêmes termes. Pour nous, nous n'hésitons pas à adopter cette manière de voir. Les fibres nerveuses sensitives et motrices n'ont vraisemblablement qu'une même propriété physiolo-

(1) Pouvoir électro-moteur, état électro-tonique, variation négative.

(2) Todd's *Cyclopædia of Anatomy and Physiology*, t. III, p. 720.

(3) G. H. Lewes, The sensory and motor functions of nerves, *The Natural History Review*, april 1861.

gique (1) qui leur permet d'éprouver une modification moléculaire sous l'influence des excitants naturels ou artificiels, de propager dans toute leur longueur cette modification, et de faire passer, par une sorte d'impulsion, les organes centraux ou périphériques avec lesquels elles sont en connexion, de l'état de repos à l'état d'activité. Cette propriété physiologique semble être l'attribut caractéristique, non-seulement des fibres du système nerveux de la vie animale, mais aussi de celles du système nerveux de la vie organique; et elle doit être tout à fait identique dans ces différentes fibres : c'est ce que paraît indiquer l'expérience dans laquelle nous avons vu l'excitation du nerf hypoglosse se transmettre au cordon cervical du grand sympathique (Exp. I). On ne peut guère douter non plus que les fibres nerveuses des appareils de sensations spéciales ne soient entièrement semblables sous ce rapport aux fibres nerveuses qui servent d'organes à la sensibilité générale. Nous avons tenté une expérience qui montrerait bien, si elle réussissait, la similitude complète qui doit exister, relativement aux propriétés physiologiques, entre les diverses fibres nerveuses. Après avoir arraché le bout central d'un des nerfs hypoglosses sur des chiens, on a coupé le nerf lingual, et on a excisé une longue portion du bout central de ce dernier nerf : entre ce bout central et le bout périphérique du nerf hypoglosse on a essayé de transplanter un nerf optique pris sur de jeunes chiens un moment après leur mort. Une fois la réunion achevée, on aurait vu, suivant toute probabilité, les irritations du bout central du nerf lingual se transmettre au bout périphérique du nerf hypoglosse, en traversant le tronçon du nerf optique dans toute sa longueur. Malheureusement cette expérience n'a pas réussi; les animaux sont morts très-peu de temps après l'opération.

Enfin, les fibres des centres nerveux n'ont probablement pas elles-mêmes des propriétés physiologiques différentes de celles qui sont dévolues aux autres fibres nerveuses.

Il nous semble donc que toutes les fibres nerveuses, quel que soit l'appareil dont elles font partie, peuvent être envisagées comme des éléments anatomiques de même nature, doués des mêmes propriétés physiologiques. Elles ne diffèrent que

(1) M. Lewes propose de donner à cette propriété le nom de *neurilité*, *loc. cit.*

par leurs connexions anatomiques et par les fonctions auxquelles elles concourent, en déterminant des manifestations diverses, ici de motilité, là de sensibilité, ailleurs d'activité ganglionnaire, médullaire ou cérébrale.

CONCLUSIONS.

Les conclusions principales de ce travail peuvent être résumées dans les propositions suivantes :

1. Lorsque le bout périphérique d'un nerf mixte est réuni au bout central d'un nerf mixte de fonctions différentes, il se fait une soudure qui établit une communication intime entre les deux bouts.

2. On voit une communication semblable s'établir entre le bout central d'un nerf sensitif et le bout périphérique d'un nerf moteur quand ils sont unis l'un à l'autre.

3. Sous l'influence des relations anatomiques et physiologiques, créées ainsi par l'expérience, le bout nerveux périphérique, qui avait d'abord subi une dégénération complète, se régénère dans toute sa longueur.

4. Cette régénération s'observe, non-seulement chez les jeunes animaux, mais encore chez les animaux adultes : elle est toutefois plus rapide dans le jeune âge que dans l'âge adulte.

5. Tandis que la régénération qui se produit dans des bouts nerveux périphériques isolés des centres nerveux (régénération autogénique) est ordinairement partielle, au moins pendant longtemps, la régénération de la portion périphérique d'un nerf, unie à la portion centrale d'un autre nerf, est très-complète; il paraît y avoir restauration de tous les tubes nerveux.

6. La régénération du bout périphérique d'un nerf est, non-seulement plus complète lorsqu'il est uni au bout central d'un nerf de fonctions différentes que lorsqu'il est isolé, elle est aussi plus rapide. En effet, tandis que chez un jeune animal, des premiers jours de la vie jusqu'à quatre mois, il n'y a pas encore de régénération dans un bout nerveux isolé, quarante jours après l'opération, on reconnaît qu'une régénération très-évidente s'est faite déjà vingt-huit jours après l'opération chez un animal du même âge, dans un bout nerveux périphérique uni au bout central d'un nerf de fonctions diffé-

rentes ; d'autre part, s'il s'agit d'animaux adultes, la régénération qui est à peine appréciable dans le premier cas plusieurs mois après l'opération, est déjà très-avancée dans le second cas, moins de soixante jours après qu'on a effectué la réunion. D'où l'on peut déduire que, dans ce second cas, la régénération est hâtée par une influence paraissant venir des centres nerveux.

7. L'influence régénératrice, émanée vraisemblablement des centres nerveux, peut donc être transmise au bout périphérique d'un nerf par le bout central d'un nerf de fonctions différentes.

8. Cette influence régénératrice, bien qu'elle agisse forcément dans une direction centrifuge, est transmise tout aussi bien par le bout central d'un nerf sensitif (bout central du nerf lingual uni au bout périphérique du nerf hypoglosse), que par le bout central d'un nerf moteur (bout central du nerf hypoglosse uni au bout périphérique du nerf lingual). C'est d'ailleurs ce qui était déjà démontré par les faits de cicatrisation des deux bouts d'un nerf coupé, faits dans lesquels on voit le bout périphérique se régénérer complétement, que le nerf mis en expérience soit sensitif ou qu'il soit moteur.

9. Lorsque le travail de soudure nerveuse est achevé et que la régénération du bout périphérique est suffisamment avancée, les excitations produites sur l'un des bouts se transmettent à l'autre.

10. Ce résultat est surtout net et facile à constater quand le bout périphérique est moteur ; les excitations auxquelles on soumet le bout central se propagent au travers de la cicatrice nerveuse jusque dans le bout périphérique, et provoquent des contractions des muscles qui reçoivent leurs filets nerveux de ce bout périphérique. On détermine ainsi de fortes contractions dans la langue, lorsqu'on excite, par le galvanisme ou par des agents mécaniques, le bout central du nerf pneumogastrique uni au bout périphérique du nerf hypoglosse. Il en est de même lorsqu'on excite le bout central du nerf lingual uni pareillement au bout périphérique du nerf hypoglosse.

11. On peut créer entre un nerf du système cérébro-spinal et un nerf du grand sympathique des relations telles, qu'il y ait transmission des excitations du premier nerf au second. Ainsi, la galvanisation du bout périphérique du nerf hypo-

glosse entré en relation avec le bout supérieur du cordon cervical du grand sympathique, détermine, lorsque ce dernier bout est régénéré, tous les effets oculo-pupillaires qui se manifestent sous l'influence de la galvanisation de ce cordon lui-même.

12. Les modifications produites par une excitation dans un point quelconque d'une fibre nerveuse se propagent simultanément dans les deux sens, centripète et centrifuge, quelle que soit la fonction de cette fibre. Nos expériences introduisent d'une façon définitive dans la physiologie générale du système nerveux cette loi dont les expériences antérieures n'avaient pas mis la réalité complétement hors de doute.

13. On ne peut pas regarder la motricité ni la sensitivité comme les propriétés physiologiques des nerfs. Ce sont leurs fonctions; ce ne sont pas leurs propriétés. Les nerfs sont moteurs ou sensitifs, non par eux-mêmes, mais par suite de leurs connexions centrales et périphériques, connexions qui sont différentes dans les uns et dans les autres. Excitables, conducteurs des excitations et excitateurs, tels sont les attributs dont ils sont doués les uns et les autres, et qui, si l'on tient compte des lois de leurs manifestations dans les nerfs, peuvent seuls être considérés comme leurs propriétés physiologiques caractéristiques.

14. Toutes les fibres nerveuses, quelles que soient leurs différences de structure, qu'elles fassent partie des nerfs de la vie animale, de ceux de la vie organique ou bien même des centres nerveux, sont vraisemblablement des éléments de même nature, doués des mêmes propriétés physiologiques, soumis aux mêmes lois fondamentales, et qui ne diffèrent physiologiquement les uns des autres que par leurs fonctions.

JOURNAL

DE LA

PHYSIOLOGIE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

I

MÉMOIRES ORIGINAUX

DE LA

TRANSPLANTATION DU PÉRIOSTE

CHEZ L'HOMME

ET DE

SA VALEUR EN CHIRURGIE

PAR LE DOCTEUR

L. OLLIER

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

Le mot transplantation a été souvent appliqué d'une manière peu rigoureuse à de simples déplacements de tissu. C'est de la transplantation à distance ou de la véritable transplantation que nous devons nous occuper aujourd'hui. Nous avons récemment détaché du tibia d'un jeune homme un lambeau de périoste et nous l'avons insinué sous la peau du front, afin de lui faire produire une lame osseuse, dont nous avions besoin pour reconstituer le nez. La greffe n'a réussi que très-incom-

plétement; le lambeau n'a adhéré aux tissus voisins que par une petite partie de sa surface, mais le fait ne nous en paraît pas moins intéressant au point de vue physiologique. C'est d'ailleurs le premier que la science ait à enregistrer. Jusqu'ici on n'a fait que déplacer des lambeaux cutanés ou muqueux doubles de périoste, soit par la rhinoplastie, soit par l'uranoplastie, c'était là du reste la seule application directe de nos expériences que nous eussions formellement proposée aux chirurgiens. On a pu voir alors que chez l'homme comme chez les animaux, la nécrose de l'os dénudé n'était pas à craindre quand on se plaçait dans certaines conditions déterminées. On a également constaté que le lambeau de périoste donnait quelquefois une lame osseuse véritable et fournissait au moins une substance fibreuse suffisante pour les besoins de la chirurgie, et d'autant plus précieuse, qu'il n'était pas possible de l'obtenir par les lambeaux de peau ou de muqueuse taillés d'après les règles classiques de l'autoplastie. Pour la réparation de la voûte palatine par exemple, que le périoste déplacé s'ossifie ou forme seulement un plan fibreux résistant, le but principal du chirurgien n'en est pas moins atteint. Les cavités nasale et buccale sont séparées par un plan solide, et si le périoste ne s'est pas ossifié, il a du moins rendu possible le succès d'une opération qui, jusque-là, était restée au-dessus des ressources de l'art.

C'est dans ce journal que nous avons fait connaître la plupart de nos expériences sur la transplantation du périoste. (Voy. N° de janvier 1859 et N° de mars 1860.) Depuis lors nous en avons fait de nouvelles, qui nous ont permis de mieux nous rendre compte des conditions de succès de la greffe périostique, et d'étudier les modifications ultérieures des os hétérotopiques.

Nous n'avions signalé d'abord que les résultats de la transplantation du périoste sur le lapin; mais ce n'est pas seulement sur cet animal que nous avons obtenu des os nouveaux artificiels. Le chat, le chien, le poulet, le pigeon nous ont fourni des résultats positifs. Sur le chat nous avons presque contamment réussi, plus rarement chez le chien; mais cependant quand on prend des chiens jeunes et bien portants, on voit le périoste transplanté se greffer et s'ossifier ensuite. Il ne faut pas cependant prendre des animaux trop jeunes, car le

périoste est alors rapidement absorbé ; c'est ce qui nous est arrivé dans trois expériences faites sur des chiens de naissance.

Nous n'avons pas obtenu sur les chiens des ossifications relativement aussi abondantes que sur les lapins ; une partie du périoste reste fibreuse et tend à être absorbée.

L'absorption finit généralement par faire disparaître les lambeaux qui ne s'ossifient pas ; nous avons cependant trouvé dix mois après la transplantation, à l'état fibreux, un lambeau de péricrâne du lapin qui ne s'était pas ossifié.

Quand l'ossification s'empare du lambeau, elle prend pour ainsi dire droit de domicile dans l'organisme, et l'os hétérotopique persiste et continue à vivre comme les autres portions du système osseux. Il ne s'accroît pas cependant, car il n'a pas les éléments qui pourraient subvenir à un accroissement ultérieur ; il n'y a ni cartilage de conjugaison, ni cartilage marginal. L'os nouveau se forme rapidement et d'une manière générale, on peut dire qu'après un mois ou six semaines, il ne s'accroît plus. Il y a cependant quelquefois des ossifications tardives ; mais ces ossifications se font dans la masse fibreuse préexistante qui a résisté à l'absorption.

Sur des lapins, nous avons augmenté le volume des os hétérotopiques en les irritant avec un poinçon ou en les brisant ; il se forme un cal comme dans les os normaux. Sous l'influence de cette irritation traumatique, les propriétés ostéogéniques du périoste se réveillent et sont surexcitées, et ses éléments plasmatiques deviennent le point de départ d'une nouvelle prolifération.

Nous avons laissé vivre pendant trois ans un lapin qui portait entre les muscles de la jambe un os hétérotopique fait au moyen du périoste du tibia de la jambe opposée. L'os persistait toujours, il était soudé par un de ses bouts au tibia, et il n'avait pas subi de modifications apparentes.

Cette persistance des lambeaux ossifiés était un point important à constater pour les applications à la chirurgie humaine ; nous ne savons pas cependant ce qui arrivera chez l'homme, il faudrait le constater directement, mais tout nous porte à croire qu'un lambeau complétement ossifié, ou au moins que la partie ossifiée du lambeau persistera comme chez les animaux.

Du reste, les apophyses osseuses obtenues par l'enroulement de périoste, et qui sont restées adhérentes à l'os, persistent mieux encore que les os hétérotopiques complétement séparés du système osseux. Les lambeaux de périoste déplacés dans les parties voisines et restés adhérents à l'os, ne sont pas absorbés, bien qu'ils ne se soient pas ossifiés comme les lambeaux qui ont été transplantés à distance.

Dans tous les cas, les résultats de ces expériences nous ont semblé autoriser la tentative que nous avons faite récemment sur l'homme. Il nous était impossible de prendre des lambeaux osseux sur les côtés du nez, et le lambeau périostique du front eût été insuffisant à lui seul pour maintenir la forme de l'organe. Nous tentâmes donc d'obtenir sur le devant du front un os hétérotopique que nous aurions descendu plus tard avec le lambeau cutané pour reconstituer l'arête dorsale du nez. L'opération fut faite avec toutes les précautions possibles pour éviter des complications qui auraient pu nuire au malade. L'érysipèle ne régnait pas en ce moment. Les conditions générales du sujet étaient bonnes, et il nous demandait instamment de lui refaire son nez. Après beaucoup d'hésitation, nous nous crûmes autorisé à intervenir. L'opération n'eut aucune suite fâcheuse ; la fièvre fut modérée ; la plaie du tibia se réunit par première intention. Si nous ne réussîmes pas à obtenir un os hétérotopique, nous avons eu du moins la satisfaction de ne pas nuire à notre malade ; et c'était là un point important dans les conditions où nous nous trouvions.

Voici les détails de l'opération que nous avons pratiquée le 13 mai 1865 :

Chabert (François), âgé de 21 ans, entre dans la salle des Opérés, à l'Hôtel-Dieu de Lyon, le 15 mars 1865.

A l'âge de 10 ans, ce sujet ressentit les premiers symptômes de l'affection scrofuleuse, qui devait amener plus tard la carie des os des fosses nasales. Il n'avait jamais eu la syphilis, et aucun renseignement ne nous permet d'affirmer ou de repousser l'existence d'une syphilis héréditaire. Il y eut d'abord une ophthalmie, puis des ulcérations des ailes du nez. Ces ulcérations s'étendirent peu à peu dans les narines ; ozène, écoulement de mucosités purulentes ; expulsion de petits sequestres, et en définitive aplatissement, puis enfoncement du nez. En 1858, traitement antiscrofuleux à l'hospice de l'Antiquaille ; guérison momentanée ; puis réapparition de l'écoulement purulent, ophthalmie, etc., etc.

A son entrée à l'Hôtel-Dieu, la région nasale est dans l'état suivant : le

nez est rentré dans les fosses nasales, il ne fait plus de saillie; on en distingue les vestiges dans un enfoncement qui fait paraître très-saillants le front et la lèvre supérieure. La pointe du nez est à dix millimètres en arrière d'une ligne droite, tirée entre le front et la lèvre inférieure. Sur tout le pourtour de cet enfoncement se voit un tissu cicatriciel; les os propres du nez paraissent totalement détruits. Des ailes du nez il ne reste plus pour l'aile gauche que son lobule qui se trouve adhérent à l'aile opposée. L'aile droite existe encore, mais extrêmement déformée. Elle décrit un *s* italique et obture presque complétement l'orifice antérieur des fosses nasales. On n'y voit pas en effet d'ouverture; à proprement parler, ce sont plutôt des fentes verticalement dirigées. Le cartilage de la cloison n'existe plus; en explorant les fosses nasales avec un stylet on sent les os encore dénudés sur plusieurs points. A gauche, le cornet inférieur est dénudé (un séquestre se détacha quelques jours plus tard). La plupart des dents sont cariées et les os maxillaires sont tuméfiés dans leur partie alvéolaire et palatine.

Le malade fut soumis pendant deux mois à un traitement général et local, propre à améliorer sa constitution et à faire cicatriser les ulcères profonds des fosses nasales. Iodure de potassium, injections modificatrices, etc.

L'opération fut pratiquée le 13 mai.

A cause de la destruction de la charpente osseuse du nez et des cicatrices qui recouvrent les apophyses montantes des maxillaires, on ne songea pas à employer immédiatement le procédé que M. Ollier avait déjà mis en usage en pareil cas, et qui consiste à prendre des lambeaux osseux sur les apophyses montantes pour soutenir immédiatement le nez. On essaya d'obtenir du tissu osseux par la transplantation du périoste sous la peau du front. Ce n'était là qu'une opération préliminaire pour la rhinoplastie.

13 mai. *Transplantation.* — On fait une incision de 9 cent. sur la face interne du tibia droit, immédiatement au-dessous du cartilage de conjugaison supérieur, s'éloignant ainsi suffisamment de l'article pour ne pas y déterminer une arthrite, et se rapprochant le plus possible du cartilage de conjugaison, afin d'avoir la portion de périoste la plus active de cet os. On détache ensuite avec la sonde rugine un morceau de périoste, long de 7 cent., large de 2 cent., et on le laisse adhérent par un seul point à sa partie supérieure. Faisant ensuite deux incisions transversales, de 1 cent. et demi à 2 cent., l'une à la racine du nez, l'autre à 8 cent. au-dessus sur la partie moyenne du front, on creuse avec les pinces, dont les deux branches ont été rapprochées l'une de l'autre, une gaîne dans le tissu cellulaire sous-cutané. On sépare alors le morceau de périoste de ses dernières attaches, et on le transporte dans cette gaîne. En faisant l'incision inférieure, on est obligé de faire une ligature momentanée pour une petite artériole. Points de suture métallique pour la plaie du tibia; deux points pour l'incision inférieure à la racine du nez; trois points pour l'incision supérieure.

Pansement simple. On imbibe la charpie d'une solution très-faible de sulfate de fer. Potion calmante pour la nuit.

Le 14. Le malade a dormi toute la nuit; il n'a souffert qu'un peu de la plaie du tibia. Léger gonflement inflammatoire au niveau du lambeau transplanté et de la paupière inférieure gauche.

Pouls à 90.

Le 15. Le malade ne souffre pas; pouls à 80; il demande à manger.

Le 16. Rougeur très-vive au niveau de l'ouverture inférieure de la loge périostique; cuisson à ce niveau; peau chaude; pouls à 100.

On enlève les points de suture à ce niveau.

Le 17. La rougeur ne disparaît pas; on aperçoit une goutte de pus au niveau de l'ouverture supérieure de la loge; on enlève les fils, et par la pression on fait sortir un peu de pus.

A partir de ce moment la greffe parut compromise; mais comme la tuméfaction n'avait pas augmenté au niveau de la partie moyenne du lambeau, et qu'il n'y avait pas de douleur ni de fluctuation, on espérait encore.

Du côté de la jambe, tout allait pour le mieux. La plaie paraissait complétement réunie, la tuméfaction avait presque complétement disparu; pas de pus.

Le 18. La rougeur du front ne diminue pas; légers engorgements des ganglions préauriculaires. Pas de fièvre; état général bon; le malade a appétit. La plaie de la jambe va toujours bien; plus de douleur à ce niveau. Le malade s'est levé contre les ordres du chef de service pour aller à la selle.

Le 20. On fait sortir du pus par l'ouverture supérieure de la loge frontale. Plus de douleur à ce niveau.

Pouls à 70.

Un seul point de suture de la jambe a lâché, mais le fond de la plaie est réuni; l'os est complétement recouvert par la peau qui lui adhère fortement.

Le 21. Le lambeau périostique fait un peu saillie par l'ouverture inférieure et présente l'aspect d'un bourbillon.

Le 22. Le lambeau paraît avoir descendu; son extrémité fait plus de saillie par l'ouverture inférieure; on croit inutile de laisser séjourner un lambeau qui paraît mortifié et qui joue le rôle de corps étranger. On le saisit avec des pinces et on l'arrache brusquement; le malade pousse un cri, et on s'aperçoit que le lambeau tenait encore par trois points qui avaient contracté des adhérences vasculaires. L'aspect de ces points encore vivants tranchait sur la couleur jaunâtre du reste du lambeau. Il n'y avait pas de doute à avoir : d'ailleurs, le cri du malade et le sang qui s'écoulait indiquaient qu'on avait déchiré des adhérences vasculaires. Les trois points vivants avaient en moyenne dix millimètres de long sur trois ou quatre de large.

Le 25. La plaie frontale est cicatrisée; celle de la jambe l'est aussi sur toute sa longueur.

Bien que l'opération ait échoué au point de vue de la production de l'os, elle nous présente des particularités intéres-

santes sur la greffe animale. Le lambeau s'était greffé en partie, et nous avons regretté de l'avoir extrait si rapidement. Il avait pris par trois points, et il est possible que si nous l'eussions laissé un temps suffisant, pour que la partie mortifiée se séparât, il se fût produit consécutivement trois petits noyaux osseux. Dans nos expériences, nous avons vu quelquefois une partie du lambeau périostique se mortifier et devenir le centre d'un abcès; tandis que le reste contractait des adhérences vasculaires et s'ossifiait. La même chose eût pu arriver ici.

Toujours est-il qu'il y a eu là une greffe partielle, et qu'on peut en conclure que le périoste complétement détaché et transplanté à distance est susceptible de se greffer sur l'homme.

On a observé souvent le recollement de tissus ou d'organes (bout de nez, bout des doigts) complétement séparés et replacés à leur place naturelle, mais nous ne croyons pas qu'on ait déjà signalé chez l'homme la greffe d'une partie quelconque, transplantée dans des régions autres que celles où elle avait primitivement vécu et de structure différente. Ce n'est que dans des opérations pratiquées, en dehors de toute critique scientifique, dans l'Inde, par exemple, qu'on aurait obtenu sur l'homme des greffes de ce genre. Et encore s'agissait-il de lambeaux de peau, mis par leur bord en contact avec des tissus analogues.

Sans se faire illusion sur les chances de succès, il ne faut pas désespérer de mieux réussir que nous ne l'avons fait. En transplantant des lambeaux plus petits, en choisissant un sujet plus sain, placé dans un milieu plus sain qu'une salle d'hôpital, on se mettra dans de meilleures conditions. La rapidité de la cicatrisation de la plaie de la jambe, et le peu de gravité de l'opération en elle-même nous paraissent autoriser une nouvelle tentative.

C'est dans ces conditions-là, entre deux régions du même sujet, ou bien d'homme à homme qu'on pourra faire ces transplantations de périoste. Il ne faudrait rien espérer de la transplantation sur l'homme d'un lambeau de périoste pris sur un animal.

Nous n'avons jamais réussi ou du moins presque jamais (une seule fois sur 80 expériences environ) en transplantant du périoste d'un animal à un autre animal d'espèce différente,

même en choisissant des sujets d'espèces très-rapprochées. Ce n'a été, nous le répétons, qu'en échangeant du périoste entre animaux de la même espèce que nous avons pu obtenir des ossifications réelles.

CONTRIBUTION A L'ANATOMIE DE LA RÉTINE DES AMPHIBIES ET DES REPTILES

Par M. J.-W. HULKE (1).

(PLANCHE V)

Après avoir étudié pendant plusieurs années la rétine humaine, je compris l'importance d'un examen comparatif de cette membrane, en cherchant, au printemps de 1862, la fibre centrale décrite par Ritter, dans les bâtonnets, chez la grenouille. En lisant l'article si complet de H. Müller, sur la rétine des vertébrés, dans le *Zeitschrift* de Siebold et Kölliker, je fus encouragé par l'exemple de ce grand anatomiste à commencer une étude embrassant toutes les classes de vertébrés.

Je commençai mes recherches sur la grenouille et les continuai sur les amphibies et les reptiles, me proposant de m'occuper ensuite des poissons. Dans le courant de l'année, je communiquai à la Société royale de Londres un mémoire, dont un résumé a été publié dans ses *Proceedings*, sur la rétine de la grenouille, des salamandres noire et jaune, de la couleuvre commune, de l'orvet, du gecko d'Espagne, de tortues de terre, de mer et d'eau douce. J'ai repris ce travail, avec le plus grand soin, l'année dernière, vérifiant mes conclusions pour chaque détail de quelque importance. L'exposé qui suit, con-

(1) Ce mémoire a déjà paru en anglais, dans *The Royal London Ophthalmic Hospital Reports*.

tient les résultats de toutes mes recherches dans ces deux classes d'animaux vertébrés.

Dans toutes les espèces que j'ai examinées, j'ai rencontré un type uniforme de structure, mais ce type est l'objet de modifications montrant combien était fondée l'opinion de Müller, qu'une étude spéciale mettrait en évidence des caractères spécifiques permettant à l'anatomiste de dire, après l'examen d'un lambeau de rétine non-seulement à quelle classe, mais encore à quel genre et à quelle espèce appartient ce lambeau.

On trouve à la rétine les couches suivantes, en les énumérant d'après leur position à partir de la choroïde :

1° Couche des cônes et des bâtonnets ; — couche bacillaire ; — membrane de Jacob.

2° Couche des granules externes.

3° Couche intergranuleuse.

4° Couche des granules internes ; — couche nummulaire de Bowman. (Les couches 2, 3 et 4 forment ensemble les couches granuleuses de Müller ou les granules agglomérés de Bowman).

5° Couche granuleuse ; — matière grise vésiculaire de Bowman. (J'emploie le premier de ces termes, parce qu'il n'implique aucune opinion, en ce qui concerne la nature du tissu).

6° Couche ganglionnaire ; — couche de cellules nerveuses de Müller ; — vésicules caudales nucléées de Bowman.

7° Couche du nerf optique.

Ces couches sont traversées par les fibres de tissu conjonctif, nommées d'après Müller qui les a découvertes ; elles sont envahies par un réseau interstitiel d'une grande délicatesse qui a été étudié minutieusement, pour la première fois, par Schultze.

GRENOUILLE. — RANA TEMPORARIA (Pl. v. fig. 1).

I. *Couche des cônes et des bâtonnets.* — Cette couche contient deux éléments, les bâtonnets et les cônes. On peut distinguer dans chacun de ces éléments, un segment interne et un segment externe séparés par une ligne transversale brillante. Le segment externe est nommé la *tige* ; le segment interne, le *corps* ou *appendice*.

Bâtonnets. — La tige est un long rectangle. Dans des spécimens examinés isolément, le bout externe est ordinairement arrondi par suite peut-être d'une lésion, au moment de sa sé-

paration de la membrane choroïde. Le bout interne forme toujours une ligne droite. La longueur moyenne de vingt tiges, près de l'entrée du nerf optique a été de 1/900 de pouce, le maximum de 1/654 de pouce, et l'épaisseur moyenne de 1/4500 de pouce. Vers les parties antérieures de la rétine, elles sont plus courtes. Le corps ou appendice est un triangle ou cône de longueur variable, toujours plus court que la tige, dont il se sépare très-aisément. Il est pâle et moins visible que la tige ; on peut voir quelquefois à son bout externe une petite masse globuleuse qui a le même pouvoir de réfraction que la tige, à l'extrémité interne de laquelle elle reste souvent attachée, sous la forme d'un grain de chapelet, lorsque l'appendice est tombé. Le bout interne ou étroit de l'appendice, est toujours en connexion avec un granule externe, soit qu'il se dilate pour renfermer un granule voisin, soit qu'il se contracte en un mince ruban s'étendant jusqu'à un granule éloigné. La distance du granule externe détermine donc la longueur de l'appendice. Le plus long de vingt que j'ai mesurés avait 1/1148 de pouce ; plusieurs avaient 1/1500 de pouce, et quelques-uns étaient plus courts. Après sa connexion avec un granule externe l'appendice s'étend, sous la forme d'un ruban pâle, à travers la couche intergranuleuse. J'ai pu suivre un peu son parcours parmi les granules internes, mais je n'ai pu réussir à découvrir ses relations terminales (1).

(1) Excepté la petite masse incomplétement globuleuse, existant dans le bout externe de l'appendice et le granule externe associé au bout interne de l'appendice ou de son prolongement, on ne peut rien distinguer dans la tige et l'appendice qu'une membrane enveloppante (qui, autant que je sache, a été décrite pour la première fois par Ritter), et une matière incolore. Cette homogénéité disparaît bientôt ou s'évanouit subitement, quand on ajoute de l'eau ou des solutions chimiques. Un des premiers changements que l'on puisse observer est une fine striation longitudinale, ressemblant un peu au sarcolemme (ou myolemme) d'un muscle. Les tiges se présentent alors sous leur forme habituelle, incurvée ou en hameçon dans l'eau ou dans l'acide chromique ; les tiges se gonflent, perdent leur forme rectiligne, et leur contenu devient granuleux, opaque, et se marque de lignes en travers de l'axe. Une forte solution d'acide chromique agit de la même manière, mais les tiges se gonflent moins, ont des contours plus accusés et une striation transversale plus prononcée, donnant l'idée d'une structure lamellaire. Il n'est pas rare que les tiges se brisent dans le sens de ces lignes transverses. Si l'on plonge un œil dans l'acide chromique, de façon que celui-ci agisse sur les bâtonnets, *in situ*, et y soit absorbé par les enveloppes extérieures, on observe différents effets. Les bâtonnets prennent une grande variété de formes, ressemblant plus ou moins à une massue ou à une vésicule allongée, dont la partie renflée est le bout externe et la partie mince le bout interne. La partie renflée est finement granuleuse, et quelquefois, ainsi que Ritter l'a figuré, marquée de lignes

Cônes. — Ce sont des objets en forme de bulbe ou de bouteille, plus petits que les bâtonnets et placés parmi ceux-ci, à intervalles réguliers. Ils ont aussi un segment externe et un segment interne, une tige et un corps ou appendice dont la jonction est marquée par une ligne transversale brillante, endroit où ils se brisent très-aisément.

La tige ressemble à une tige amoindrie de bâtonnet; mais elle en diffère en ce qu'elle s'effile légèrement vers son bout externe, en ce qu'elle est un peu plus durable et moins apte à se racornir dans l'acide chromique. Le corps ou appendice, plus grand que la tige, est en forme de bouteille. Son bout externe, étroit et tronqué, contient le globule jaune pâle, bien connu des observateurs, placé immédiatement en dedans de la ligne de jonction de la tige et du corps. Le bout interne est uni à un granule externe, de la même manière que nous avons mentionnée pour la partie correspondante du bâtonnet. La longueur moyenne de plusieurs cônes frais, près du nerf optique, a été de 1/3333 de pouce, et celle de quelques autres de la même région, traités par l'acide chromique, de

s'irradiant d'un point central, comme les rayons d'une roue. La partie étroite est ordinairement homogène, et quelquefois tellement étroite et allongée, dans les formes les plus vésiculaires, qu'elle ressemble à une fibre cornée de 1/1800 à 1/450 de pouce de long sur 1/18000 de pouce de large. La vésicule se sépare avec une extrême facilité de la tige, et elle se présente alors libre, ayant la forme d'un disque circulaire ou elliptique.

D'après la comparaison avec les figures de Ritter, je crois que cette fibre, que je considère comme la transformation du segment interne de la gaîne du bâtonnet, est identique à la fibre que Ritter décrit dans l'axe de la tige du bâtonnet, entourée par le reste du contenu de la gaîne, à la manière d'une moelle. Il la compare au cylinder axis des nerfs; il la considère comme la véritable terminaison des fibres radiées de Müller, et il croit que l'existence de ce filament, considéré comme central, est une preuve importante de la nature nerveuse des bâtonnets.

La situation centrale de la fibre de Ritter a été confirmée par Manz (in Henle und Pfeuffer's *Zeitschrift*. 3 R. Bd. x. Taf. VIII, S. 301), qui considère cette fibre comme nerveuse. Krause a aussi reconnu son existence dans les préparations à l'acide chromique; mais il met en doute sa nature nerveuse et même son existence à l'état frais (Henle u. Pfeuffer's *Zeitschrift*. 3 R. Bd. XI. S. 175).

Je ferai remarquer que la véritable origine de cette fibre se démontre aisément lorsqu'on suit son développement à travers les nombreuses phases intermédiaires qui se rencontrent entre les diverses formes des bâtonnets de la forme de massue à celle de tige vésiculaire. Ces transformations constituent une évolution en série régulièrement progressive. Même dans les bâtonnets en forme de massue, dans lesquels Ritter dit qu'on la trouve aisément parce que cette fibre est moins comprimée par la substance intérieure du bâtonnet et que ses contours y sont plus faciles à distinguer, je n'ai jamais vu la fibre passer à l'intérieur de la gaîne et son contour est toujours en continuité parfaite avec celui de la gaîne.

1/1548 de pouce ; comme les bâtonnets, les cônes consistent en une gaîne membraneuse et un contenu albumineux.

Rapport des éléments bacillaires avec les tissus voisins. — Les cônes et les bâtonnets sont séparés les uns des autres par des expansions de pigment obscur, provenant de la face interne de la choroïde. Dans les sections bien faites, lorsque leurs rapports n'ont guère été altérés, ces expansions atteignent jusqu'à la ligne de jonction de la tige et du corps ou appendice. Ce pigment est en grains unis en séries linéaires par une substance molle et transparente, ou intimement appliqués contre des fibres transparentes.

Dans des sections verticales de la rétine durcie, on peut distinguer une ligne nette et claire entre la couche bacillaire et la couche des granules externes. La rétine se fend facilement dans le sens de cette ligne qui est le bord d'une membrane fenêtrée homogène, décrite avec exactitude, pour la première fois, par Schultze (1) et nommée par lui membrane limitante externe. Elle reçoit, dans ses ouvertures, les bouts internes des corps ou appendices des cônes et des bâtonnets. Nous y reviendrons en décrivant le tissu conjonctif (2).

II. *Couche des granules externes.* — *Les granules externes* sont des cellules rondes ou ovalaires de 1/2500 à 1/3700 de pouce de diamètre. Ils ont un noyau central distinct et brillant et forment une couche mince, composée de deux ou trois rangées. Chacun d'eux s'associe avec un cône ou avec un bâtonnet, de la manière déjà décrite, de telle façon que leur nombre

(1) Schultze. *Observationes de Retinæ Structurâ penitiori.* Bonnæ, 1859.

(2) Hannover, autant que je sache, est le premier qui ait observé et représenté la division des cônes et des bâtonnets en deux portions, l'une interne, l'autre externe; mais il commit l'erreur de supposer que le segment interne, effilé en pointe des bâtonnets était dirigé extérieurement vers la choroïde; erreur d'autant plus singulière qu'il indiquait exactement la position des tiges des cônes, et que celles-ci sont les homologues des tiges des bâtonnets (Recherches microscopiques sur le système nerveux, 1844). Bowman, dont les importantes recherches ouvrirent, en 1847, une ère nouvelle à l'histoire de la rétine, décrit les cônes comme « globulaires ou en forme d'œuf et ayant quelquefois une sorte d'éperon émoussé, tourné vers la choroïde » (Lectures on parts concerned in the operations on the eye, London, 1849). Il pensait, avec Hannover, que les extrémités effilées des tiges plongeaient dans l'épithélium choroïdien. Kölliker, et plus particulièrement Müller, dont la mort récente est une grande perte pour l'histologie, ont décrit clairement leur séparation en segments et leur connexion avec les granules internes (Voyez Müller. *Anat. Phys. Untersuchungen über die Retina bei Menschen u. Wirbelthieren,* in *Zeitschrift. f Wissenschaft. Zool.*, von Siebold u. Kölliker. Bd. VIII. Hft. 1. 1856).

égale celui des cônes et des bâtonnets. Chaque globule semble envoyer, par le pôle opposé ou vers l'intérieur une fibre qui est, en réalité, une expansion du bout interne du corps ou appendice du cône ou du bâtonnet.

III. *Couche intergranuleuse.* — Placée entre les granules externes et les granules internes, elle se présente, dans les sections verticales, comme une ligne très-peu distincte. Schultze a fait remarquer qu'à un grossissement considérable cette couche se montre comme un réseau de tissu fibreux. Elle est traversée par les fibres radiées (fibres conjonctives de Müller) et par les prolongements des granules externes des bâtonnets et des cônes.

IV. *Couche des granules internes.* — Les granules internes comme les granules externes sont des cellules très-distinctes. Dans les préparations à l'acide chromique, on en peut distinguer trois sortes :

1° Des cellules ou des noyaux petits, presque globulaires ou polygonaux, variant de 1/4500 à 1/6000 de pouce de diamètre. Ces granules sont plus nombreux que ne sont les autres; le carmin leur communique une teinte plus foncée, ils sont moins granuleux et ils ont un pouvoir de réfraction plus grand que celui des autres cellules ; — 2° de grandes cellules rondes ou ovalaires de 1/1800 à 1/2700 de pouce de diamètre. Ces cellules sont nombreuses dans la partie interne de la couche intergranuleuse, près des granules internes; elles ne diffèrent guère de certaines cellules ganglionnaires; — 3° de grandes cellules ovalaires intimement unies avec les fibres radiées de Müller (fibres conjonctives) par un tissu filamenteux fin signalé par Schultze. Elles ont été représentées par quelques observateurs comme des gonflements ou noyaux existant sur les fibres radiées.

V. *Couche granuleuse.* — *Couche nerveuse grise.* — Cette couche a la même épaisseur, à peu près, que la couche des granules internes ; à cause de sa ressemblance avec la matière grise du cerveau, lorsqu'on l'examine à un faible grossissement, on l'avait généralement considérée comme telle, jusqu'à ce que Schultze eût démontré que c'est une substance spongieuse, composée de fibres extrêmement délicates, formant un réseau à mailles très-serrées et provenant, en partie, des fibres radiées de Müller. Pour bien en reconnaître la structure, il

est nécessaire d'avoir recours à un fort grossissement et d'employer les sections les plus minces de préparations à l'acide chromique. Les fibres radiées de Müller (fibres conjonctives) traversent cette couche perpendiculairement à sa surface et on y peut suivre des fibres du nerf optique jusqu'à quelque distance vers le côté externe. Je n'ai pas pu réussir à distinguer les filaments nerveux extrêmement déliés et presque innombrables que Schultze décrit comme enveloppant le réseau conjonctif.

VI. *Couche des cellules ganglionnaires.* — Près du nerf optique, les cellules ganglionnaires, se superposant au nombre de trois ou quatre, forment une couche continue entre la couche granuleuse et celle du nerf optique. Les cellules les plus externes sont en partie englobées dans la couche granuleuse. Elles deviennent de moins en moins nombreuses à mesure que l'on s'éloigne de l'entrée du nerf optique, et vers les parties antérieures de la rétine, elles sont disséminées, à d'assez grands intervalles dans les mailles du nerf optique. On en distingue deux formes: 1° des cellules polygonales que le carmin colore fortement et ayant de 1/3000 à 1/4500 de pouce de diamètre. Il s'en détache des filaments pâles comparables au cylinder axis des nerfs. Quelques-uns de ces filaments se réunissent à des filaments semblables provenant de cellules voisines; d'autres rejoignent les faisceaux nerveux optiques, et d'autres encore se portent en arrière dans la couche granuleuse. Ces filaments ont un seul contour; mais avec un objectif de 1/25 de pouce de foyer on peut quelquefois apercevoir un double contour qui fait supposer l'existence d'une gaîne membraneuse aux cellules; 2° des cellules rondes et ovalaires de 1/2500 à 1/1800 de pouce de diamètre, se colorant moins fortement par le carmin. Parmi ces cellules, quelques-unes contiennent un gros noyau ordinairement excentrique.

VII. *Couche du nerf optique.* — Après avoir traversé la sclérotique et la choroïde, le nerf optique forme un disque circulaire légèrement saillant, duquel des faisceaux plats de fibres rayonnent en tous sens, se divisant souvent et se combinant en plexus et diminuant de nombre à mesure qu'elles s'approchent de la partie antérieure de la rétine. De la face externe de ces faisceaux, des fibres se détachent en se recour-

bant subitement, que j'ai pu suivre jusque dans l'intérieur de la couche granuleuse sans y voir leur terminaison. Nous avons mentionné la connexion des fibres du nerf optique avec les cellules ganglionnaires. Les fibres fraîches ont des varicosités moins nombreuses et moins marquées, et leur grosseur est plus uniforme chez les chéloniens. Dans les préparations à l'acide chromique, elles ont des contours simples, très-nets, sans aucune indication de moelle.

Réseau conjonctif. — Ce réseau renferme les diverses couches dans l'ordre décrit; il fixe les éléments des tissus dans leurs couches, et, en un mot, maintient l'arrangement régulier de toutes les parties de cette membrane si merveilleusement complexe. Il peut se diviser en trois parties principales : 1° une expansion membraneuse à la face interne de la rétine, nommée *membrana limitans interna ;* 2° une membrane fenêtrée limitant la face interne de la couche bacillaire, dite *membrana limitans externa;* et 3° un système intermédiaire d'attaches, nommé d'après celui qui les a découvertes, fibres radiées de Müller.

1° La membrane limitante interne limite, comme son nom l'indique, la face interne de la rétine; on n'y peut distinguer aucune indication de structure. Sa face externe donne origine aux fibres radiées; et sa face interne est en contact avec la capsule hyaloïde de l'humeur vitrée. 2° Nous avons déjà mentionné la connexion de la couche bacillaire et de la membrane limitante externe. Cette dernière présente les mêmes caractères physiques et chimiques que la membrane limitante interne; mais elle en diffère en ce qu'elle est fenêtrée. Schultze compare avec assez de justesse cette membrane ayant les cônes et les bâtonnets placés dans ses ouvertures, à une planche à bouteilles sur les trous de laquelle on aurait placé des œufs, un bout en l'air. 3° Les fibres radiées de Müller naissent, par expansion de racines membraneuses, de la face externe de la membrane limitante interne. Celles-ci passent à travers les mailles des faisceaux du nerf optique et forment, en se condensant, de fortes fibres bien apparentes, à rudes contours extérieurs, ayant de la roideur et l'aspect d'une matière cornée. Elles se rendent vers l'extérieur en traversant perpendiculairement les diverses couches qu'elles rencontrent, se divisent et se subdivisent, deviennent de plus en

plus ténues, et atteignent enfin la face interne de la membrane limitante externe, où elles se terminent. Dans la couche granuleuse, elles sont souvent indistinctes et disparaissent même quelquefois. Schultze et Manz expliquent cette disparition par une déhiscence soudaine et complète des fibres qui se transforment pour former le tissu filamenteux et spongieux propre à cette couche. Je ne doute pas que leurs branches ne contribuent à ce tissu: néanmoins j'ai pu suivre si souvent les troncs, sans interruption, à travers cette couche (à moins qu'ils n'aient été rompus, cas dans lequel les bouts restaient ordinairement visibles), que j'incline à penser qu'ils la traversent tous, et je suis prêt à attribuer leur disparition accidentelle à leur passage sous la surface de section et à la grande puissance de dispersion du tissu spongieux. Dans la couche des granules internes, ils ressemblent à de forts piliers, entre lesquels les cellules sont empilées par séries verticales. Il s'en détache de nombreux filaments d'une extrême ténuité, qui forment autour des cellules un réseau délicat maintenant celles-ci en place. Dans quelques préparations, des membranes vitreuses semblent réunir les branches des divisions primaires. Ces membranes ont été figurées par Schultze. Les points de division montrent quelquefois des renflements fusiformes; des épaississements noueux de même sorte se rencontrent dans la continuité des fibres, notamment près de la couche intergranuleuse. Elles sont de même texture que les fibres radiées et l'on n'y trouve rien qui ressemble à un noyau. Quelques-unes de ces fibres vont jusqu'au delà des granules internes, se perdre dans la couche intergranuleuse à laquelle elles contribuent, tandis que d'autres, comme il a déjà été dit, se rendent à la membrane limitante externe, en passant entre les granules externes.

Des opinions très-variées ont prévalu au sujet des connexions et de la nature des fibres radiées. H. Müller, qui les a découvertes, et Kölliker, au premier abord, confondirent leurs branches terminales avec les prolongements des cônes et des bâtonnets (prolongements auxquels Kölliker propose maintenant de restreindre le nom de fibres de Müller) et ne purent suivre leur terminaison dans la membrane limitante externe. Ils les regardèrent comme véritablement nerveuses et crurent avoir trouvé en elles l'anneau, le lien manquant entre les cônes et les bâtonnets d'une part, et les cellules ganglionnaires et les

fibres du nerf optique d'une autre part. Schultze s'opposa à cette opinion, et démontra que les fibres radiées de Müller étaient distinctes des fibres des cônes et des bâtonnets, et qu'elles étaient en connexion avec les membranes limitantes homogènes. Il les regarda, avec raison, comme une modification du tissu conjonctif, et leur attribua un usage purement mécanique. Les idées de Schultze furent adoptées plus tard par H. Müller, Remak et par Kölliker aussi, mais avec quelques réserves, en ce qui concerne les racines des fibres radiées et la nature de tissu conjonctif de la membrane limitante interne.

Vaisseaux sanguins. — On ne rencontre pas de vaisseaux sanguins dans la rétine de la grenouille; le fait est signalé par Müller et Hyrtl. Le système vasculaire dans la capsule hyaloïde de l'humeur vitrée, qui est en contact avec la membrane limitante interne, et les rapports intimes existant entre la couche bacillaire et la choroïde, forment probablement une compensation à cette absence de circulation dans la rétine.

Pour éviter des répétitions, je dirai que je n'ai trouvé de vaisseaux sanguins dans la rétine d'aucun amphibie ou reptile.

SALAMANDRE NOIRE ET JAUNE.

I. *Couche bacillaire.* — Les bâtonnets ressemblent exactement à ceux de la grenouille; je crois cependant que la tige est un peu plus grande. L'appendice conique ou triangulaire contient toujours son granule externe, au delà duquel il s'avance en dedans, à travers la couche intergranuleuse, sous la forme d'une bande pâle, délicate et que l'on peut difficilement distinguer des ramifications les plus déliées de fibres conjonctives de Müller. Les tiges sont séparées par des prolongements venant de la face interne de la choroïde et les appendices sont placés dans des ouvertures de la membrane limitante externe.

II. *Couche des granules externes.* — Les granules externes sont de grandes cellules rondes ou ovalaires, d'un diamètre moyen de 1/1800 de pouce, dans les préparations à l'acide chromique. Près du nerf optique elles sont sur trois rangs. J'ai déjà mentionné leur connexion avec les bâtonnets.

III. *Couche intergranuleuse.* — C'est une bande mince, peu apparente, de fibres étroitement tissées, provenant en partie des fibres radiées de Müller qui la traversent. Elle est

aussi traversée par les fibres bacillaires, dans leur trajet vers l'intérieur.

IV. *Couche des granules internes.* — Les granules internes sont aussi des cellules rondes ou ovalaires, devenant souvent polygonales dans les préparations à l'acide chromique. Ils ont un diamètre moyen de 1/2250 de pouce, et sont plus petits que les granules externes dont ils se distinguent aussi par une plus grande puissance de réfraction. Ils sont accumulés entre les fibres conjonctives. Outre ces granules, presque toutes les sections montrent quelques cellules plus grandes, plus uniformément rondes, d'une moindre puissance de réfraction et qui se colorent à peine par le carmin. Près de la face interne de la couche, on en rencontre d'une troisième espèce qui sont, je crois, toujours associés aux fibres radiées conjonctives de Müller. Ce sont des cellules pâles, en forme de navette mesurant, en moyenne, de 1/600 de pouce de longueur sur 1/3000 de pouce de largeur. Elles sont en connexion intime avec les fibres radiées ; mais ce ne sont pas des renflements noueux de ces fibres.

V. *Couche granuleuse.* — Réseau fibreux, très-serré, se continuant avec les fibres radiées conjonctives et contribuant à la trame conjonctive de la couche des granules internes.

VI. *Couche des cellules ganglionnaires.* — Les cellules ganglionnaires sont rondes, ovalaires ou polygonales et multipolaires. Quelques-unes atteignent un diamètre de 1/1800 de pouce et même plus pour un petit nombre, mais il en est beaucoup de moins grandes. J'ai suivi de leurs prolongements, jusqu'aux faisceaux du nerf optique. Quelques-unes se colorent fortement par le carmin, qui agit à peine sur d'autres.

VII. *Couche du nerf optique.* — Même près de l'entrée du nerf optique, cette couche est très-mince. Ses mailles sont traversées par les racines des fibres radiées.

Tissu conjonctif. — Il est trop semblable à celui de la rétine de la grenouille pour réclamer une description séparée.

Vaisseaux sanguins. — Aucun vaisseau sanguin ne pénètre dans la rétine de la salamandre.

NATRIX TORQUATA (Pl. V. Fig. 3.)

I. *Couche bacillaire.* — Elle est composée de longs appendices en forme de bouteille, surmontés d'une petite tige

mince qui se rompt ordinairement et reste enterrée dans la choroïde, quand on détache la rétine. On peut distinguer dans l'appendice une partie externe et une partie interne; cette dernière est toujours en connexion, soit par inclusion soit par un ruban intermédiaire, avec un granule externe. Les grains colorés, si apparents chez la grenouille, les tortues de terre et de mer, l'orvet et quelques lézards, ne se trouvent pas chez la couleuvre commune.

Je ne suis pas certain que ces éléments doivent être regardés comme des cônes et des bâtonnets. Quelques-uns sont plus longs et plus minces que les autres, et si l'on regarde les gros comme des cônes, les minces seraient des bâtonnets.

II. *Couche des granules externes.* — Ces granules sont de grandes cellules circulaires, à noyaux; chacune d'elles est toujours associée avec un élément bacillaire. Dans mes meilleures sections, je n'ai trouvé qu'un rang de cellules; par conséquent, l'épaisseur de la couche était moindre que chez la grenouille et les tortues de terre.

III. *Couche intergranuleuse.* — C'est un réseau très-serré s'étendant concentriquement à la couche des granules externes. Ce réseau forme une couche plus épaisse et les fibres qui la composent sont plus grosses que chez la grenouille et les tortues terrestres. De petits renflements fusiformes se rencontrent parfois sur les fibres. Quand la rétine se déchire à la face interne de cette couche, celle-ci reste avec les granules externes, ce qui semble démontrer qu'elle adhère davantage à ceux-ci ou, pour parler plus exactement, aux gaînes bacillaires entre lesquelles ils se trouvent, qu'aux granules internes.

IV. *Couche des granules internes.* — Ceux-ci sont de grandes cellules granuleuses rondes, qui sont disposées en plusieurs rangées entre les fibres radiées conjonctives. L'épaisseur de cette couche égale à peu près celle de la couche granuleuse.

V. *Couche granuleuse.* — Sa structure ressemble à celle décrite chez d'autres reptiles. Il est évident qu'elle provient, en partie, des fibres radiées conjonctives.

VI. *Couche de cellules ganglionnaires.* — Les cellules sont, pour la plus grande partie, rondes ou ovalaires. J'ai suivi des filaments allant de ces cellules aux faisceaux du nerf optique.

VII. *Couche du nerf optique.* — Les caractères anatomiques

et la distribution des fibres du nerf optique ne présentent rien de spécial.

Trame conjonctive. — Les membranes limitantes, interne et externe, ressemblent complétement à celles décrites chez d'autres reptiles. J'ai signalé déjà que la force de la couche intergranuleuse est plus considérable. Les fibres radiées conjonctives partant de la membrane limitante interne, sont beaucoup plus minces. On peut aisément les suivre dans la couche intergranuleuse où la plupart disparaissent.

ANGUIS FRAGILIS. — ORVET.

I. *Couche bacillaire.* — Elle contient des cônes et des bâtonnets. On peut reconnaître dans chacun de ces éléments une partie interne et une externe, un appendice et une tige. Dans chacun aussi on peut voir que l'appendice se compose de deux segments séparés par une bande brillante.

Bâtonnets. — Ils sont longs, minces, en forme de bouteille. Les appendices sont beaucoup plus grands que les tiges qui sont très-petites.

Cônes. — Ils sont plus gros et beaucoup plus en forme de massue que les bâtonnets. Le bout externe de l'appendice du cône contient un grain vert pâle.

II. *Couche des granules externes.* — Ces granules sont de grandes cellules rondes, chacune desquelles est enfermée dans le segment interne d'un cône ou d'un bâtonnet ou dans un prolongement de ces éléments, se continuant vers l'intérieur, au delà de la cellule, sous la forme d'une fibre pâle. Ces cellules forment deux ou trois rangées. Les couches de granules internes et intergranuleuses ne présentent rien de spécial.

III. *Couche de cellules ganglionnaires.* — Les cellules multipolaires y sont nombreuses. J'ai souvent vu des communications entre elles et les fibres du nerf optique.

GECKO D'ESPAGNE. — (Pl. V. Fig. 4.)

I. *Couche bacillaire.* — Chez le gecko, comme chez les autres lézards, l'élément bacillaire se compose d'une tige et d'un appendice. La tige est un grand rectangle long égalant presque celui de la grenouille. L'appendice, beaucoup plus pâle, d'un contour plus uni et d'une moindre puissance de réfraction que la

tige, est grand, fort et en forme de bouteille. Son bout interne contient un granule externe; passant à travers la membrane limitante externe, il se dirige vers l'intérieur sous la forme d'une fibre délicate que l'on ne peut suivre qu'avec la plus grande difficulté dans la couche intergranuleuse.

L'acide chromique agit sur la tige bacillaire de la même manière que chez la grenouille. Il solidifie le contenu du corps bacillaire, ce qui forme dans le bout externe de l'appendice une masse granuleuse de couleur foncée, limitée vers le granule externe par une bande brillante homogène qui prend par le carmin une coloration intense. La membrane limitante externe est au niveau de cette bande.

Les tiges sont séparées par la choroïde, qui s'enfonce entre elles jusqu'à la ligne marquant leur union avec les appendices.

II. *Couche des granules externes.* — Les grandes cellules rondes nucléées qui composent cette couche sont disposées sur un seul rang, chacune dans le bout interne d'un appendice bacillaire immédiatement en dedans du plan de la membrane limitante externe.

III. *Couche intergranuleuse.* — C'est un réseau de fibres nucléées, d'une épaisseur très-peu considérable, en rapport avec les fibres radiées conjonctives.

IV. *Couche des granules internes.* — Cette couche est à peu près de la même épaisseur que la couche granuleuse et d'une épaisseur triple de la couche des granules externes. Elle est composée de cellules rondes et polygonales plus petites que les granules externes, et se colorant par le carmin plus fortement que ces granules. On n'y peut distinguer aucun noyau. Elles sont groupées dans un tissu aréolaire provenant des fibres radiées conjonctives. Dans les parties les plus minces des bonnes sections on peut voir qu'elles sont enveloppées par un réseau excessivement fin provenant des aréoles.

V. *Couche granuleuse.* — C'est un réseau serré, dense, venant en grande partie des fibres radiées conjonctives et fournissant lui-même des fibres qui renforcent le système radié dans la couche des granules internes.

VI. *Couche des cellules ganglionnaires.* — Les cellules sont, pour la plupart, multipolaires. Leurs prolongements communiquent librement avec les faisceaux du nerf optique, et

quelques-uns se rendent vers le dehors, dans la couche granuleuse.

VII. *Couche du nerf optique.* — Le nerf optique traverse la sclérotique très-obliquement. Ses faisceaux gagnent la rétine en perçant la base d'un pecten noir brunâtre qui repose sur la *lamina cribrosa*, et se projette d'environ une ligne dans l'humeur vitrée. Les fibres nerveuses fraîches présentent beaucoup de varicosités. Dans des sections de préparations colorées par l'acide chromique, j'ai quelquefois observé des fibres nerveuses près de la surface externe de la couche granuleuse.

Réseau conjonctif. — Les membranes limitantes interne et externe ressemblent à celles des autres reptiles et ne réclament pas de description spéciale. Les fibres radiées prennent naissance de la membrane limitante interne par des racines très-disséminées. Ces fibres sont fortes et sous forme de piliers dans la couche ganglionnaire et dans la moitié interne de la couche granuleuse. Elles contribuent largement au tissu de cette couche et se divisent à angle aigu, près de sa surface externe, en deux ou trois branches qui se rendent à la couche des granules internes; là, renforcées par d'autres fibres qui prennent naissance dans la couche granuleuse, elles forment des aréoles renfermant des granules internes. Quelques fibres peuvent être suivies sans interruption, depuis le point de division des troncs dans la couche granuleuse jusqu'à la couche intergranuleuse où elles se perdent ainsi que d'autres fibres provenant du réseau de la couche des granules internes.

TESTUDO GRÆCA (TORTUE DE TERRE).

Cette rétine ressemble beaucoup, mais en petit, à celle de la tortue de mer.

I. *Couche bacillaire.* — On y rencontre des cônes et des bâtonnets. La largeur de leur appendice et l'étroitesse de leur tige donnent aux bâtonnets presque le même aspect qu'aux cônes. Ils ne s'en distinguent bien que par l'absence du grain coloré qui caractérise les cônes. Ces deux éléments consistent en une tige qui plonge dans la choroïde, et un appendice dont le bout interne touche à la membrane limitante externe; ce bout est arrondi et contient l'un des granules externes, ou bien il est en forme de navette et il se prolonge vers l'intérieur, sous la forme d'une bande pâle pour aller joindre un

granule externe plus éloigné. Les bâtonnets sont en forme de massue, leur tige est un mince rectangle et d'une puissance de réfraction beaucoup plus grande que l'appendice qui est plus épais et en forme de massue. Les cônes ont la même forme que les bâtonnets; mais ils contiennent un grain coloré placé dans le bout externe de leur appendice. Il y en a de deux sortes : les uns plus grands, contenant un grain couleur de rubis; les autres plus petits, contenant un grain jaune pâle. La tige des cônes ressemble à une petite tige de bâtonnet. En observant des cônes parfaitement frais, pris d'un œil immédiatement après la décapitation, j'ai remarqué une différence entre la moitié interne et la moitié externe de l'appendice du cône; la première est de couleur brune, tandis que la dernière est pâle et plus transparente.

II. *Couche des granules externes.* — Cette couche est composée de deux rangées de cellules rondes et claires, d'environ 1/4500 de pouce de diamètre avec un petit noyau brillant qui est ordinairement placé au centre. Chaque cellule est unie à un cône ou un bâtonnet et semble envoyer vers l'intérieur une fibre pâle qui n'est en réalité qu'un prolongement du cône ou du bâtonnet. On peut difficilement suivre à travers la couche intergranuleuse cette fibre qui est plus grêle que celle qui passe entre le cône ou le bâtonnet et le granule externe; mais j'ai cependant pu la suivre quelquefois jusqu'au milieu des granules internes.

III. *Couche intergranuleuse.* — C'est un réseau fibreux très-peu épais. Par la finesse de ses fibres, il ressemble plus à la couche intergranuleuse de la grenouille qu'à celle de la tortue de mer.

IV. *Couche des granules internes.* — Les granules internes sont des cellules circulaires un peu plus grandes que les granules externes. Elles n'ont pas de noyau, et dans les préparations à l'acide chromique, elles sont grossièrement granuleuses. Derrière l'équateur, elles sont placées entre les fibres radiées, formant trois ou quatre rangées. Outre ces cellules, la couche contient des corps oblongs bipolaires, d'une texture granuleuse particulière et quelque peu translucides. Ces corps sont appliqués fermement contre les fibres radiées, et de chacune de leurs extrémités il part un petit ruban pâle qui se prolonge sur celles-ci. J'ai suivi le prolongement externe à travers la

couche intergranuleuse, jusqu'à la couche des granules externes, mais sans pouvoir en trouver le bout terminal. Il n'y a point de continuité de structure entre ces corps bipolaires et les fibres radiées; ils sont simplement unis à ces dernières par une membrane fibreuse très-fine.

V. *Couche granuleuse.* — C'est un réseau fibreux, spongieux, traversé par les fibres radiées conjonctives, qui contribuent pour la plus grande partie à sa formation, et par d'autres fibres ayant également une direction radiée et qui proviennent des cellules ganglionnaires. J'y ai aussi suivi des fibres se rendant aux faisceaux du nerf optique.

VI. *Couche ganglionnaire.* — Les cellules ganglionnaires sont: 1° de grandes cellules, pâles, multipolaires, à contour simple et finement granuleuses. Elles contiennent un noyau central, bien apparent et quelquefois un nucléole, et communiquent avec les cellules voisines et avec les faisceaux du nerf optique; elles envoient aussi des filaments dans la couche granuleuse; 2° des noyaux libres ressemblant à ceux que je viens de décrire, et qui sont plus nombreux que les cellules multipolaires.

VII. *Couche du nerf optique.* — Les fibres nerveuses fraîches présentent un grand nombre de varicosités. J'en ai vu quelques-unes à double contour.

Réseau conjonctif. — La structure et les rapports des membranes limitantes sônt les mêmes que chez les autres chéloniens. Les fibres radiées ressemblent exactement à celles de la *Terrapene Europea.*

TORTUE D'EAU DOUCE. — TERRAPENE EUROPEA.

La rétine de la tortue d'eau douce d'Europe a, en petit, une ressemblance générale très-frappante avec celle de la tortue de mer.

I. *Couche bacillaire.* — On y trouve des cônes et des bâtonnets qui ressemblent beaucoup à ceux de la tortue de mer.

Bâtonnets. — Les tiges sont beaucoup plus petites que les appendices, et elles se cassent en général lorsqu'on enlève la rétine fraîche pour l'examiner. Les appendices contiennent les granules externes ou leur sont unis par un ruban intermédiaire.

Cônes. — Ils contiennent des grains de couleur brillante.

On en peut distinguer de trois sortes : 1° de grands cônes à grain couleur de rubis; 2° des cônes plus petits à grain jaune; 3° des cônes à grain vert pâle, généralement, mais pas toujours, plus petits que ceux à grain jaune et jamais aussi grands que ceux à grain couleur de rubis. Les cônes à grain jaune ont été considérés par Hannover comme des bâtonnets. Les tiges des cônes sont plus grêles que celles des bâtonnets et sont légèrement effilées en dehors. Le grain coloré est toujours placé dans le bout externe de l'appendice dont le bout interne est toujours uni à un granule externe. Les cônes et les bâtonnets sont isolés par des prolongements du pigment de la choroïde.

II. *Couche des granules externes.* — Elle est composée de deux ou au plus de trois rangées de cellules circulaires, qui sont plus claires et un peu plus petites que les granules internes. Leur noyau est moins distinct que celui des cellules analogues de la tortue de mer. Chaque granule externe est uni à un cône ou à un bâtonnet, et une fibre pâle se prolonge de l'appendice du cône ou du bâtonnet vers l'intérieur, qui semble provenir du granule externe contenu dans l'appendice. En raison de la faible puissance de réfraction et de l'extrême ténuité de cette fibre, il est très-difficile de la suivre, et jusqu'à présent je n'ai pu réussir à voir son trajet dans la couche intergranuleuse. Dans les préparations à l'acide chromique les granules externes, contenus dans les gaînes des cônes et des bâtonnets, sont quelquefois transformés en objets elliptiques ou rhomboïdaux dont les bouts internes se dilatent et forment de petits triangles, au point où ils touchent la face externe de la couche intergranuleuse.

III. *Couche intergranuleuse.* — Le tissu fibreux de cette couche est beaucoup plus fin que chez la tortue de mer et ressemble presque à celui de la tortue de terre. Les fibres radiées conjonctives lui fournissent des éléments.

IV. *Couche des granules internes.* — Elle a plus du double de l'épaisseur de la couche des granules externes. Ses cellules sont rondes ou ovalaires et un peu plus petites que les granules externes. Dans les préparations à l'acide chromique, leur contour est net, leur texture grossièrement granuleuse, et l'on n'y voit pas de noyau distinct. Outre ces cellules, cette couche contient les corps fusiformes joints aux fibres radiées,

qui sont plus particulièrement décrits à l'article sur la tortue grecque.

V. *Couche granuleuse.* — C'est un réseau serré et spongieux qui provient en partie des fibres radiées conjonctives qui le traversent.

VI. *Couche des cellules ganglionnaires.* — On peut distinguer deux sortes de cellules ganglionnaires : 1° des cellules pâles, finement granuleuses et multipolaires, ayant un seul contour faiblement indiqué. Elles contiennent un gros noyau rond ou ovalaire, à contour double fortement accusé, comme celui d'une paroi membraneuse, et à aspect grossièrement granuleux ; 2° des noyaux libres ronds ou ovalaires (ou des cellules), semblables à ceux que je viens de décrire dans les cellules multipolaires. Ils sont plus nombreux que les grandes cellules. Il se détache des cellules multipolaires des fibres qui ont la même disposition que chez la tortue de mer.

VII. *Couche du nerf optique.* — Les varicosités sont fréquentes dans les fibres nerveuses fraîches; quelques fibres, plus grosses que les autres, ont un contour sombre et fortement accusé qui suggère l'idée d'une moelle.

Réseau conjonctif. — Les racines membraneuses se divisent très-souvent, ce qui les fait paraître plus fibreuses que chez la tortue de mer. La partie externe de la couche granuleuse donne origine à de grosses fibres qui, avec d'autres traversant cette couche, se rendent en rayonnant à la membrane limitante externe.

TORTUE COMMUNE. — CHELONIA MYDAS. (Pl. v. Fig. 2.)

I. *Couche bacillaire.* — On y rencontre des cônes et des bâtonnets, qui sont beaucoup plus grands que ceux de la grenouille. On peut distinguer dans chacun d'eux, une tige et un appendice séparés par une ligne transversale brillante.

Bâtonnets. — La tige est un long rectangle plus petit, mais ressemblant à celui de la tige chez la grenouille. Près du nerf optique la longueur moyenne de la tige est de 1/1500 de pouce et la largeur moyenne est de 1/6000 de pouce. L'appendice est en forme de massue et beaucoup plus grand que la tige, ce qui est le contraire de ce qui se voit chez la grenouille. Le bout étroit, qui joint la tige, est tronqué. Le bout renflé, dirigé en dedans, est arrondi et renferme un des plus externes des

granules externes, ou bien il s'effile en un ruban qui se prolonge vers l'intérieur jusqu'à un granule externe situé plus en dedans. Sur les spécimens frais, aussi bien que sur ceux durcis par l'acide chromique, on découvre aisément, dans l'appendice comme dans la tige, une gaîne distincte. Elle est forte dans la tige et extrêmement ténue dans l'appendice. Le contenu de la moitié externe de l'appendice est finement granuleux, ce qui la rend moins transparente que la moitié interne. La partie foncée est bornée en dedans par une bande brillante, entre laquelle et le granule externe placé dans le bout interne de l'appendice on aperçoit quelquefois un espace clair. L'acide chromique, en agissant sur les bâtonnets, *in situ*, y fait paraître les fibres de Ritter. Elles ressemblent à celles de la grenouille et sont évidemment des gaînes de bâtonnets transformées.

Cônes. — Ils sont plus petits que les bâtonnets, dont on les distingue aussi par leurs grains colorés et brillants. La tige est la reproduction, en petit, de la tige du bâtonnet. L'appendice est une grande vésicule en forme de massue. Son bout externe contient toujours un grain coloré, très évident, placé près de la ligne transversale qui sépare la tige de l'appendice, son bout interne contient toujours un granule externe ou s'y unit par un ruban intermédiaire, comme le fait la partie correspondante du bâtonnet.

Les cônes se divisent en trois classes, selon leur dimension et la couche du grain qu'ils contiennent. 1° De grands cônes près du nerf optique, ayant environ 1/643 de pouce de long, contenant un grain couleur de rubis, d'un diamètre moyen de 1/3857 de pouce, et dont l'iode change la couleur en mauve foncé ; 2° des cônes plus petits d'environ 1/750 de pouce de long ou un peu moins ; ils contiennent un grain jaune plus petit que le grain couleur de rubis, et dont l'iode change la couleur en vert ; 3° des cônes encore plus petits avec un grain vert pâle. Les cônes de la première classe sont les plus nombreux ; ceux de la troisième, les moins nombreux. Dans le voisinage du nerf optique, j'ai compté une fois dans le champ du microscope jusqu'à 56 cônes à grain couleur de rubis, et 36 à grain jaune.

Rapports des éléments bacillaires avec les autres éléments. — Les cônes et les bâtonnets sont isolés les uns des autres par des prolongements de pigment provenant de la face interne de

la choroïde, de la même façon que chez la grenouille. Leurs rapports avec la membrane limitante externe sont les mêmes également. Le bout interne de l'appendice du cône et de celui du bâtonnet, ou leur ruban de connexion, après avoir entouré le granule externe, ainsi que je l'ai décrit plus haut, se prolonge à l'intérieur, sous la forme d'une fibre variqueuse pâle et très-fine. J'ai suivi cette fibre dans la couche intergranuleuse et dans la couche des granules internes, et pour une distance considérable dans la couche granuleuse, mais je n'ai pu en voir la terminaison. Sa ressemblance avec le *cylinder axis* des nerfs est frappante.

II. *Couche des granules externes.* — Elle consiste en deux ou trois couches de cellules rondes et claires ayant de 1/2000 de pouce à 1/3000 de pouce de diamètre ; elles ont un noyau central petit et brillant et sont toujours unies à un cône ou un bâtonnet.

III. *Couche intergranuleuse.* — C'est un réseau fibreux, très-apparent, beaucoup plus épais que chez la grenouille. Il consiste en grandes et petites fibres. Les plus grandes sont des rubans plats d'environ 1/8000 de pouce, homogènes ou laissant voir une faible striation longitudinale : elles se divisent et se subdivisent à ce point que les plus petits filaments qui en résultent ont à peine 1/18000 de pouce d'épaisseur. Les grandes mailles entre les plus grandes fibres contiennent un réseau plus serré composé des fibres les plus fines.

La couche intergranuleuse donne passage aux fibres qui viennent des cônes et des bâtonnets, se dirigeant vers l'intérieur, et aussi aux fibres radiées appartenant à la trame conjonctive et venant renforcer cette couche qui est une modification du tissu conjonctif. H. Müller regardait ces fibres provenant des cônes et des bâtonnets comme de longues extensions ramifiées des grandes cellules multipolaires, mais sans preuves suffisantes à l'appui, et il suggère l'idée que ces fibres sont peut-être les objets décrits par Bowman comme des cellules ganglionnaires (1).

IV. *Couche des granules internes.* — Elle est deux ou trois fois aussi épaisse que la couche des granules externes. Les granules internes sont des cellules rondes ayant une paroi dis-

(1) Müller. *Zeitschrift f: Wiss. Zool.* vol. VIII. Pl. I. Fig. 14.

tincte et de 1/4500 à 1/3000 de pouce de diamètre. Leur contenu est grossièrement granuleux ; on n'y observe aucun noyau distinct. Ces cellules sont groupées dans des aréoles formées par les fibres radiées conjonctives, et sont entourées par des filaments délicats provenant de ces fibres.

V. *Couche granuleuse.* — Cette couche, presque aussi épaisse que la couche des granules internes, consiste en un réseau très-serré, formé par un tissu fibreux excessivement fin. L'apparence granuleuse des sections transversales est due aux innombrables bouts des fibres qui ont été divisées. Il est plus facile de constater ici que sur aucune des autres rétines que j'ai examinées, que cette couche est en grande partie formée par les fibres radiées conjonctives.

VI. *Couche des cellules ganglionnaires.* — Les cellules ganglionnaires sont placées entre la couche granuleuse et la couche du nerf optique, les plus externes plongeant dans la couche granuleuse. Ce sont de grandes cellules polygonales et multipolaires, d'une faible puissance de réfraction ; elles ont un aspect finement granuleux et possèdent un noyau apparent qui contient quelquefois des nucléoles. Leurs prolongements se ramifient et quelques-unes des fibres qui en proviennent se joignent à celles des cellules voisines ; d'autres se mêlent avec les fibres du nerf optique et une troisième série pénètre dans la couche granuleuse. J'ai suivi ces dernières dans la couche granuleuse, plus loin que je n'ai pu le faire pour les fibres des cônes et des bâtonnets venant de la direction opposée.

Outre les cellules multipolaires, il y a d'autres cellules ou noyaux presque ronds ayant exactement la même apparence que les noyaux des cellules multipolaires. Ils sont plus nombreux que ces cellules et il y adhère quelquefois des masses déchiquetées d'une substance finement granuleuse qui sont peut-être des portions de cellules désagrégées. Müller les mentionne.

VII. *Couche du nerf optique.* — Le nerf optique traverse très-obliquement la sclérotique, qui est épaisse et cartilagineuse. La couche des fibres nerveuses décroît très-rapidement en proportion de la distance, du point d'entrée du nerf optique. Les fibres fraîches présentent un grand nombre de varicosités remarquables, qui manquent dans celles qui ont été traitées par l'acide chromique. Les faisceaux reçoivent des filaments des cellules ganglionnaires.

Réseau conjonctif. — Les membranes limitantes externe et interne ne présentent pas de caractères spéciaux. Les fibres radiées conjonctives sont disposées différemment dans les parties antérieure et postérieure de la rétine. Si nous suivons leur trajet de la face interne à la face externe de la rétine, nous les voyons provenir de la membrane limitante interne par de très-larges racines membraneuses et décurrentes qui se contractent à la face interne de la couche du nerf optique pour constituer de grosses fibres, en forme de piliers. A la partie antérieure de la rétine, elles se divisent à angle aigu; puis traversant radialement les couches intermédiaires, elles vont se terminer à la face interne de la membrane limitante externe; mais à la partie postérieure de la rétine, les fibres en forme de piliers s'épanouissent en éventail, au niveau de la face interne de la couche du nerf optique. On les voit, dans les sections verticales, former une série d'arcades droites dans lesquelles sont placées les cellules ganglionnaires; se séparant bientôt en filaments innombrables, elles contribuent largement au tissu propre de la couche granuleuse; quelques-uns des filaments les plus forts atteignent la limite externe de cette couche. Parmi ces filaments il en est qui contiennent des noyaux fusiformes. Il naît de ces branches terminales des fibres radiées provenant de la membrane limitante interne, et du tissu propre de la couche granuleuse près de sa surface externe, des fibres radiées formant un second système. Leurs racines convergent et forment de forts piliers qui traversent la couche des granules internes et la couche intergranuleuse au niveau de laquelle elles se divisent. Les fibres qui en proviennent se rendent à travers les granules externes à la surface interne de la membrane limitante externe, sur laquelle elles se perdent. Je les nomme fibres radiées externes, afin de les distinguer de celles qui partent de la membrane limitante interne. Dans les sections verticales, elles forment une série d'arcades renversées, qui reposent sur la couche granuleuse et contiennent les granules internes qui sont enveloppés par du tissu aréolaire émané de ces fibres. A quelque distance de l'entrée du nerf optique, la plupart des fibres qui viennent de la membrane limitante interne, traversent la couche granuleuse tandis qu'un petit nombre seulement s'y perd. A la partie antérieure de la rétine, la plupart passent à travers cette couche et atteignent la membrane limitante externe.

Vaisseaux sanguins. — Müller croyait avoir suivi des vaisseaux sanguins dans la rétine de la tortue de mer (*Schildkröte*), jusqu'aux granules internes. Un examen très-attentif, fait dans ce but spécial, m'a convaincu qu'il n'y en existe aucun.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Dans chaque figure, la même couche est indiquée par le même signe : 1, couche bacillaire; 2, couche des granules externes; 3, couche intergranuleuse; 4 couche des granules internes; 5, couche granuleuse; 6, couche ganglionnaire; 7, couche du nerf optique; *α*, membrane limitante externe; *β*, membrane limitante interne.

Fig. 1. *Diagramme d'une section verticale de la rétine de la Grenouille.*

1. *Couche bacillaire.* — *a*, tige du bâtonnet; *a'*, appendice ou corps du bâtonnet uni à un granule externe; *b*, tige du cône; *b'*, corps ou appendice du cône avec un granule externe; *b''*, grain incolore dans le bout externe de l'appendice du cône.

2. *Couche des granules externes.* — *a*, granules externes, chacun d'eux uni à un cône ou à un bâtonnet, *b*, la partie de l'appendice du cône ou du bâtonnet qui est placée en dedans du plan de la membrane limitante externe; *c*, fibre pâle, venant des cônes et des bâtonnets et se dirigeant vers l'intérieur, distincte des fibres radiées (conjonctives) de Müller, dont une, *d*, se jette dans la membrane limitante externe.

3. *Couche intergranuleuse.*

4. *Couche des granules internes.* — *a*, petites cellules fortement colorées par le carmin; *b*, grandes cellules à peine colorées par le carmin; *c*, cellules unies aux fibres radiées conjonctives, *δ*.

5. *Couche granuleuse* traversée par les fibres qui viennent d'être mentionnées et par d'autres fibres provenant du nerf optique et de la couche ganglionnaire.

6. *Couche ganglionnaire.* — *a*, cellules ganglionnaires; *a'*, fibre allant d'une cellule à la couche du nerf optique; *a''*, fibre se dirigeant en dehors d'une cellule à la couche granuleuse; *a'''*, fibres du nerf optique allant en dehors, vers la couche granuleuse.

7. *Couche du nerf optique.* — Deux fibres nerveuses sont représentées se recourbant en dehors et passant de la couche ganglionnaire à la couche granuleuse.

α, membrane limitante externe; *β*, membrane limitante interne, à la face interne de laquelle on voit un vaisseau sanguin contenant un globule sanguin ovale nucléé; *γ*, *δ*, fibres radiées conjonctives de Müller.

Fig. 2. *Diagramme d'une section transversale de la rétine de la Tortue de mer.*

1. *Couche bacillaire.* — *a*, bâtonnets; *a'*, tige du bâtonnet; *a''*, appendice du bâtonnet avec un granule externe; *a'''*, articulation transversale où se joignent l'appendice et la tige; *b*, cônes; *b'*, tige; *b''*, appendice du cône avec un granule externe dans son bout interne et un grain coloré dans son bout externe près de l'articulation.

2. *Couche des granules externes.* — *a*, granules externes unis aux appendices des cônes et des bâtonnets; *b*, fibres des cônes et des bâtonnets; *c*, fibres radiées conjonctives de Müller.

3. *Couche intergranuleuse.* — Remarquable par la grande dimension de ses fibres.

4. *Couche des granules internes.* — *a*, granules internes; *b*, fibres des cônes et des bâtonnets à renflements noueux; *c*, une série externe de fibres radiées

conjonctives, les unes prenant naissance dans la couche granuleuse, les autres se continuant avec la série interne des fibres radiées.

5. *Couche granuleuse.* — La continuité de cette couche avec les fibres radiées conjonctives se voit en *a a*; *b*, fibres des cônes et des bâtonnets; *c*, fibre venant d'une cellule ganglionnaire.

6. *Couche ganglionnaire.*

7. *Couche du nerf optique.*

a, membrane limitante externe, avec les ouvertures destinées à recevoir les appendices des cônes et des bâtonnets; β, membrane limitante interne avec les racines, γ, de la série interne des fibres radiées conjonctives.

FIG. 3. *Diagramme d'une section transversale de la rétine de la Couleuvre.*

1. *Couche bacillaire.* — *a*, élément plus mince, qu'on doit probablement regarder comme un bâtonnet; *a'*, tige; *a''*, corps ou appendice dont la plus grande partie se trouve en dedans de la membrane limitante externe, *a*, dans la couche des granules externes, 2, et renferme un granule externe, *a*. Ces granules sont disposés sur un seul rang.

2. *Couche des granules externes.*

3. *Couche intergranuleuse.*

4. *Couche des granules internes.* — *a*, granules internes groupés entre les fibres radiées conjonctives, *d*.

5. *Couche granuleuse.*

6. *Couche ganglionnaire.*

7. *Couche du nerf optique.*

a, membrane limitante externe; β, membrane limitante interne avec les fibres radiées conjonctives qui partent de sa face externe.

FIG. 4. *Diagramme d'une section transversale de la rétine du Gecko Espagnol.*

1. *Couche bacillaire.* — *a*, tige; *a'*, appendice.

2. *Couche des granules externes.* — *a*, granules externes placés sur un seul rang, se trouvant dans les corps des bâtonnets qui se continuent à l'intérieur, à travers la couche intergranuleuse.

3. *Couche intergranuleuse.*

4. *Couche des granules internes.* — Dans cette couche, les fibres radiées conjonctives se bifurquent à angle obtus et forment un réseau très-irrégulier.

5. *Couche granuleuse.* — Près de sa face externe, naissent des fibres conjonctives.

6. *Couche ganglionnaire.* — *a*, fibre ganglionnaire se rendant dans la couche granuleuse; *b*, fibre ganglionnaire se rendant aux fibres du nerf optique. A droite de la fibre radiée conjonctive centrale, sont représentées deux fibres venant du nerf optique, 7, qui se rendent dans la couche granuleuse, 5.

DE QUELQUES MODES DE PRÉPARATION DU TISSU OSSEUX

PAR LE DOCTEUR

Louis RANVIER

Membre de la Société de Biologie.

Il est facile d'obtenir des préparations histologiques des os, telles que les fournissent les marchands d'objets microscopiques. Mais il ne faudrait pas se laisser abuser par la beauté de ces préparations et s'en tenir satisfait, car elles ne peuvent servir à élucider aucun des points débattus entre les anatomistes. Je crois être arrivé à fixer plusieurs de ces points et je pense que mes recherches sont d'autant plus importantes qu'elles peuvent avoir des applications pathologiques.

1° *Mode de préparation ayant pour but de démontrer la nature cellulaire des ostéoplastes.*

Je me suis appliqué tout d'abord à déterminer la nature des cavités osseuses. On sait que M. le professeur Robin soutient que ces cavités contiennent un liquide susceptible de déplacement, et « qu'elles n'ont aucune analogie avec les éléments anatomiques appelés cellules, ni avec les noyaux » (Dict. de Nysten, 12e édit.), tandis que Virchow admet que les corpuscules osseux sont des cellules étoilées, semblables à celles qu'il observa dans le tissu connectif, et pouvant dériver directement de ces dernières. C'est surtout par des vues générales et par l'étude du développement, que Virchow est arrivé à déterminer la nature cellulaire du corpuscule osseux, car le procédé auquel il a eu recours, pour en donner une démonstration directe, ne fournit qu'un résultat grossier, dont la valeur a pu être mise en cause par des esprits positifs.

Donders et Kölliker, en faisant bouillir dans une solution de potasse caustique des lamelles d'os débarrassées de leurs sels calcaires, virent apparaître le plus souvent dans les ostéoplastes

des corpuscules qu'ils regardèrent comme des noyaux ou des cellules rétractées. Après avoir fait macérer des os dans l'acide chlorhydrique, Virchow parvint à isoler des corpuscules étoilés rappelant par leur forme les cavités osseuses. Ce fait, dit Kölliker (*Histologie*, trad. franç., p. 239), ne reçut sa véritable interprétation que lorsque Remak et lui eurent appliqué à la cellule animale la doctrine de l'utricule primordiale, et que Virchow eut démontré que les cellules plasmatiques se transforment en cellules osseuses. M. le professeur Rouget reprit le mode de préparation de Virchow (1) et arriva à des résultats analogues, c'est-à-dire qu'il obtint des masses isolées, ayant la forme et les dimensions des cavités osseuses. Jusqu'à présent, M. Robin soutient que ces petites masses ne constituent pas des cellules, mais sont simplement formées d'une substance primitivement liquide qui, en se coagulant sous l'influence du réactif employé, a conservé l'empreinte de la cavité osseuse.

En présence d'autorités aussi grandes, j'ai cherché, sans idée préconçue aucune, à me faire une opinion personnelle, et voici les résultats auxquels je suis arrivé.

On connaît l'action remarquable de la solution ammoniacale de carmin sur les noyaux du tissu conjonctif. Je pensai que si, comme le dit Virchow, les corpuscules osseux sont des éléments analogues à la cellule du tissu connectif, le carmin doit les colorer. J'essayai donc de teindre ainsi de fines lamelles d'os; mais je ne tardai pas à m'apercevoir que le carmin ne pénètre nullement la substance osseuse. Il était donc inutile de songer à faire pénétrer directement la matière colorante jusqu'aux ostéoplastes, sans faire subir préalablement à la substance fondamentale une modification qui la rendît perméable.

J'avais observé d'une part, que l'acide chromique n'enlève pas aux noyaux du tissu conjonctif la propriété de se colorer par le carmin. D'autre part, j'avais remarqué que sur des os

(1) [Il ne suffit pas de dire, comme le fait l'auteur de l'excellent travail que nous publions ici, que M. Rouget a « repris le mode de préparation de Virchow ». M. Rouget a, il est vrai, employé ce mode de préparation, mais en le modifiant notablement et de la manière la plus heureuse (voyez *Journal de la Physiologie de l'homme*, etc., vol. Ier, 1858, *note*, p. 768), et il a pu, grâce à cette modification, démontrer positivement l'existence de la cellule osseuse, rendre très-probable celle du noyau, et faire voir aussi l'inanité de l'opinion que les réactifs font coaguler un prétendu liquide qui remplirait la cavité des ostéoplastes. — Note de M. Brown-Séquard.]

placés depuis vingt-quatre heures dans l'acide chromique, on peut avec le rasoir enlever à leur surface une lame osseuse continue extrêmement mince. Je plaçai donc des coupes ainsi obtenues dans une solution ammoniacale de carmin; je les y laissai pendant quelques heures, et je les examinai après addition d'une faible quantité d'acide acétique qui, en fixant définitivement le carmin, rendit l'observation plus facile. Je vis alors dans chaque ostéoplaste un noyau coloré en rouge, très-net, tantôt sphérique, tantôt ovoïde, ayant de 0,006 à 0,008 de millimètre, à bords distincts de la paroi de la cavité osseuse.

Il est donc très-facile d'obtenir des préparations du tissu osseux, démontrant d'une manière complète le noyau des ostéoplastes, et par suite, leur nature cellulaire.

J'arrive maintenant aux applications de ce procédé à l'anatomie pathologique, et je vais montrer par un seul fait quelle peut être son utilité. Quand on soumet à l'action de l'acide chromique d'abord, de la solution ammoniacale de carmin, ensuite une trabécule osseuse, appartenant à une portion cariée libre ou encore adhérente, on observe que la plupart des ostéoplastes ne contiennent plus de noyaux. Ceux-ci sont remplacés par des granulations graisseuses, qui se dissolvent en partie dans le réactif ammoniacal. Aussi, pour apprécier le nombre et le volume de ces granulations, faut-il examiner la préparation après l'action de l'acide chromique et avant de colorer la pièce par la solution de carmin.

Quand des cellules osseuses ont ainsi perdu leurs noyaux, elles deviennent des éléments inertes; et, pour que la guérison puisse se faire, il faut qu'elles soient éliminées, ainsi que les portions osseuses correspondantes. C'est ce qui arrive en effet dans quelques cas, et c'est ce qui donne lieu aux phénomènes complexes, décrits sous le nom de carie. Ces phénomènes appartiennent, en effet, à deux processus distincts: l'un primitif, tuant les éléments sur place, par la transformation granulo-graisseuse; l'autre secondaire, franchement inflammatoire, réparateur, ayant pour résultat l'élimination des parties nécrosées d'une part, et de l'autre des néoformations osseuses, venant remplacer les portions éliminées.

La différence entre la carie et la nécrose peut être maintenant établie sur des faits anatomiques. Car dans la carie, les portions éliminées présentent des altérations de leurs éléments,

que je n'ai jamais rencontrées dans les séquestres de la nécrose. De plus, dans la carie, les deux processus dont il a été question sont souvent combinés sur des points très-voisins, de telle sorte que les fragments osseux, entraînés par la suppuration sont petits, presque microscopiques, et contiennent habituellement des ostéoplastes, dépourvus de noyaux et remplis de granulations graisseuses.

2° *Mode de préparation ayant pour but de faire apprécier d'une manière exacte la disposition des canaux de Havers.*

A l'aide de ce procédé, on peut se rendre compte d'une manière exacte de la disposition des canaux de Havers, et du point précis où s'arrête leur section sur la surface d'une coupe. Voici en quoi consiste ce procédé : Après avoir usé, soit sur la meule, soit entre deux pierres ponces, une lamelle osseuse, on la fait macérer dans une forte solution de carmin. Au bout de quelques heures, toute la surface est uniformément colorée, et la matière colorante, ayant pénétré dans les canaux vasculaires ouverts sur cette surface, a imprégné leurs parois. Il ne reste plus alors qu'à user et à polir les deux faces de la lamelle, pour avoir une préparation dans laquelle les canaux de Havers demeurent seuls colorés. Ceux-ci peuvent alors être aperçus nettement dans tout leur trajet, et on distingue les points précis où s'arrête leur section sur la coupe osseuse. Ce procédé, outre les belles préparations qu'il fournit, a encore l'avantage de faire apprécier d'une manière exacte la forme que prennent les canaux de Havers dans les différentes variétés d'ostéite.

Sur une coupe pratiquée sur l'extrémité osseuse d'un moignon d'amputé, qui a suppuré pendant quelques semaines, on observe des dilatations partielles des canaux qu'on ne verrait qu'incomplétement avec un autre procédé. On remarque aussi, dans ce cas, comme du reste dans bien d'autres, que les lamelles primitives sont coupées d'une façon tout à fait irrégulière, sans qu'on puisse faire intervenir l'influence de territoires cellulaires définis, comme le veut Virchow (1).

3° *Procédé ayant pour avantage de montrer à la fois les systèmes de lamelles et le contenu des espaces et des canaux médullaires.*

Quand, après avoir rendu nette la surface de section d'un os

(1) Virchow. La pathologie cellulaire. Traduction de Picard, 1861, p. 350.

avec un bistouri, on place cet os dans une solution d'acide chromique, au bout de vingt-quatre heures on peut, avec un rasoir, enlever sur toute cette surface une couche mince et continue. De cette façon, on obtient des coupes étendues sur lesquelles les lamelles osseuses sont très-apparentes ; on peut, dès lors, en déterminer facilement les systèmes. De plus, dans ces préparations, les éléments contenus dans les cavités médullaires se durcissent et demeurent en place. En remettant ensuite la pièce dans une nouvelle solution d'acide chromique, on peut, le lendemain, enlever une nouvelle couche. En répétant plusieurs fois la même manœuvre, on arrive à couper un os en tranches minces ; mais on aurait beau laisser longtemps macérer une portion un peu considérable d'os dans une même solution d'acide chromique, jamais on ne pourrait la ramollir suffisamment pour la couper dans toutes les directions. J'ai des pièces ainsi conservées depuis plus de deux ans, où l'on ne peut encore enlever qu'une mince couche à la surface.

Le procédé dont il est ici question est très-expéditif, et c'est le seul qui permette d'étudier sur une même préparation la moelle et le tissu osseux. Aussi faut-il l'employer chaque fois que l'on veut observer des lésions osseuses ; car, dans les maladies des os, le rôle de la moelle est le plus important.

On pourra constater ainsi que, dans l'ostéite raréfiante, les systèmes de lamelle sont coupés d'une manière irrégulière sous l'influence d'une prolifération active des cellules de la moelle, et que les portions d'os environnantes ne présentent pas d'altération appréciable. On verra aussi que les éléments des tumeurs des os prennent leur point de départ dans les cellules médullaires proliférées ; que, dans ce cas, l'os subit une simple raréfaction, et que les éléments cellulaires de ce dernier ne concourent pas directement à la néoformation, comme je crois l'avoir établi dans un travail antérieur (1).

Le seul inconvénient de ce mode de préparation consiste en ce que les canalicules primitifs disparaissent d'une manière à peu près complète. Mais cet inconvénient, bien minime du reste, est largement compensé par les avantages du procédé.

(1) Considérations sur le développement du tissu osseux et sur les lésions des cartilages et des os. 1865.

RECHERCHES

SUR LA

SUBSTANCE AMYLOIDE DE QUELQUES TISSUS

DU FŒTUS

ET SUR LES

FONCTIONS DU FOIE

PAR LE DOCTEUR

Robert Mc DONNELL (1)

Membre de la Société royale de Londres et de l'Académie royale d'Irlande, etc.

En mars 1857, le professeur Bernard a annonçé à l'Académie des sciences la brillante découverte d'une substance particulière, formée par le foie, et qu'il a nommée matière glycogène. Je préfère l'appeler substance amyloïde, nom qui a l'avantage de ne rien trancher à l'égard du rôle de cette matière dans l'économie.

En 1859, M. Charles Rouget (2) et M. Bernard (3) ajoutèrent à nos connaissances à l'égard de cette substance, des faits importants et nouveaux, montrant qu'elle n'est pas renfermée dans un seul organe (le foie) ou dans un seul tissu, mais qu'elle se trouve dans plusieurs tissus, y jouant un rôle proéminent dans leur développement. Nous nous proposons, dans la première partie de ce travail, de signaler quelques faits montrant les relations intéressantes de cette substance avec l'évolution des tissus, chez le fœtus. Dans une seconde partie, nous étudierons les faits relatifs à la production de cette substance par

(1) Ce travail se compose d'un résumé, rédigé par l'auteur lui-même, de ses publications sur les questions indiquées par le titre ci-dessus, et d'une traduction presque complète d'un mémoire qu'il a récemment publié sous forme de brochure.

(2) *Journal de la Physiologie de l'homme, etc.*, vol. II. 1859, p. 83 et 308.

(3) *Idem*, vol. II. 1859, p. 326.

le foie, et quelques autres faits concernant la physiologie de ce viscère ; et enfin, dans une troisième partie, nous exposerons des faits qui rendent probable que la substance amyloïde du foie se combine avec l'azote de la fibrine et de l'albumine du sang, pour former une nouvelle substance albuminoïde, qui se trouve en abondance dans le sang venant du foie.

PREMIÈRE PARTIE. *Sur les relations de la substance amyloïde avec le développement de quelques tissus du fœtus.*

I. La substance amyloïde que l'on rencontre dans les tissus fœtaux, est identique à celle que l'on trouve dans le foie. Qu'elle provienne de l'une ou de l'autre de ces sources, sa formule, quand elle est pure, est toujours $C^{12}H^{10}O^{10}$.

II. On a dit que la substance amyloïde d'origine animale, comme la dextrine végétale, fait dévier le plan de polarisation à droite. Je n'ai pas pu vérifier cette assertion. Il n'est pas possible, par aucun des moyens que j'ai pu employer, d'obtenir une solution de cette substance, assez transparente pour permettre un examen au saccharimètre. Si l'on réduit en pulpe dans un mortier, avec du sable d'argent, un peu de foie d'un animal adulte, ou un peu de tissu musculaire, ou de poumon d'un fœtus, et si l'on fait de cette pulpe une pâte, en la mêlant avec du charbon animal, pâte qu'on laisse reposer pendant plusieurs heures, on obtient un liquide trop trouble pour permettre l'examen de son pouvoir rotatoire à la lumière polarisée. Une quantité aussi faible qu'un grain de substance amyloïde pure, dissoute dans une once d'eau distillée, forme une solution d'une apparence opaque particulière. Je me suis assuré, expérimentalement, que ceci n'est pas dû à de la fluorescence, mais au fait que les particules de la substance amyloïde ne sont qu'à l'état de suspension dans l'eau et non véritablement dissoutes. Il n'en passe aucune trace à travers un dialyseur (endosmomètre) excepté par l'exercice d'une pression, et le liquide, ainsi obtenu, n'est pas assez translucide pour qu'on puisse l'examiner à la lumière polarisée.

III. M. Charles Rouget et M. Claude Bernard ont examiné les divers tissus de fœtus au microscope et ont constaté, dans plusieurs d'entre eux, la présence, en abondance, de la substance amyloïde ; mais ni l'un ni l'autre de ces observateurs n'a essayé de montrer, par des procédés chimiques, à quelle période du

développement chacun des tissus contenant cette substance en a la plus grande proportion. Il importe qu'on se rappelle que la teinture acidulée d'iode est un réactif d'une telle délicatesse pour cette substance, qu'il produit sa réaction caractéristique même quand la quantité de matière amylacée est très-petite (1). Il résulte de là que, jugeant d'après l'emploi de ce réactif sous le microscope, on est tenté de supposer que la quantité de cette matière est plus grande qu'elle ne l'est en réalité, ou plutôt qu'elle est également abondante dans des tissus qui, en réalité, la contiennent en quantités très-différentes l'une de l'autre.

Peut-être est-ce à ce mode d'examen qu'il faut attribuer la supposition du professeur Bernard, que cette substance continue d'exister dans les tissus pendant la durée de la vie intra-utérine, et qu'elle ne disparaît qu'après la naissance, époque où sa disparition aurait lieu sous l'influence des mouvements respiratoires et volontaires. J'espère pouvoir montrer que l'établissement de la respiration n'a guère de relation avec la disparition de cette substance des tissus fœtaux. Il ressort des faits que j'ai observés, que certains tissus azotés proviennent d'un plasma amylacé, lequel, après une période spéciale de développement, diminue au fur et à mesure que ces tissus s'approchent de la maturité, de telle sorte qu'après la maturité, la substance amylacée, si abondante à une certaine époque du développement, diminue graduellement en quantité, et enfin disparaît, même avant que la respiration commence.

IV. M. Rouget a fait remarquer avec raison que la substance amyloïde se trouve de très-bonne heure dans le tissu cartilagineux, dans les cellules duquel elle se montre d'abord. Dans l'embryon de poulet et de mouton, on peut en démontrer l'existence au début du développement; mais elle disparaît bientôt des cellules de cartilage, et elle y est toujours en quantité trop petite pour qu'on puisse en indiquer la proportion aux différentes époques de l'accroissement.

V. Les cellules épithéliales de la peau sont, de bonne heure, riches en substance amyloïde. Les points où les cellules s'accumulent pour le développement d'une plume ou d'un poil, montrent une grande abondance de matière amylacée. Les appen-

(1) On peut aisément reconnaître la présence même d'un dixième de grain de matière amylacée dans une once d'eau, à l'aide de la teinture acidulée d'iode.

dices cornés de la peau, le bec de l'embryon de poulet, les ongles, la corne des pieds, etc., d'autres embryons, en contiennent en grande quantité jusqu'à une certaine période du développement. J'ai extrait des pieds d'un veau fœtal d'environ quatre mois, desséchés à une chaleur qui n'a pas dépassé 212°. Fahr., 1 grain 3/10 de substance amyloïde de 7 grains de cette matière cornée. Une quantité exactement semblable de pied d'un veau fœtal presque à terme, traité de la même manière, a donné une quantité de matière amylacée trop petite pour être estimée. Cette matière disparaît des plumes presque complétement lorsqu'elles se montrent à la surface de la peau, et l'on peut en dire autant des poils. Si l'on examine un des gros poils du sourcil d'un agneau fœtal, quelque temps avant la naissance, on n'y trouve pas plus d'une trace légère de matière amylacée, et encore seulement dans les cellules du bulbe. Si l'on place un nombre d'embryons de mouton, de différentes dimensions, l'un à côté de l'autre, et si l'on fait tomber une goutte d'une faible solution acidulée d'iode sur une partie correspondante de chacun d'eux, la tache brune particulière qui se produit va en augmentant en intensité du plus petit embryon jusqu'à un autre d'une certaine dimension. Après l'apparition des poils, la tache diminue graduellement d'intensité, ce qui montre que la quantité de substance amyloïde diminue dans la peau. Si l'on coupe les queues d'une série d'embryons de mouton et qu'on les plonge dans une très-faible solution acidulée d'iode, on voit très-nettement par la coloration l'augmentation de la substance amylacée dans l'épiderme jusqu'à une certaine période (celle où les poils sont complétement formés), et ensuite sa disparition graduelle. Les pieds et les cornes, traités de la même manière, montrent la même chose à l'égard de la matière cornée. A partir du moment où le fœtus du mouton est long de neuf pouces (période à laquelle la substance amyloïde semble être à son maximum), la substance amyloïde des cornes diminue graduellement jusqu'à l'approche de la naissance, époque où l'on n'en extrait qu'à peine une trace, même par une coction prolongée.

VI. Dans le tissu pulmonaire des embryons de mammifères, la substance amyloïde existe en immense quantité, à une certaine période. Après en avoir expulsé l'eau par évaporation, on trouve que le résidu sec contient plus de 50 pour 100 de dextrine animale. Lorsque cet organe s'approche de la maturité et

que l'animal est près de naître, on trouve, bien que la respiration n'ait pas commencé, que la substance amyloïde est réduite à une très-petite quantité, et, quelquefois, qu'elle a disparu complétement. La table suivante montre le progrès de ce changement dans le poumon de l'embryon de mouton, et représente, très-exactement, la proportion de ce changement dans le poumon des autres embryons que j'ai examinés, à savoir : le lapin, le chat, le chien, le bœuf, le rat et le cochon d'Inde.

Dimensions et état de l'embryon.	Quantité de subst. amyl. pour 20 grains de poumon frais.
1° Pas encore 6 pouces de long, sans trace de poils.	1 grain 9/10
2° 7 pouces de long; trace de poils sur la lèvre. . .	2 — 55/100
3° 10 — poils fins sur la tête.	2 — 8/10
4° 15 — couverts de poils fins.	3 — 45/100
5° 16 1/2 — bien couvert de poils encore fins.	2 — 2/10
6° Près de 20 pouces de long; couvert de laine très-épaisse et évidemment très-près de la naissance.	Quantité trop petite pour être estimée.

VII. Il ne serait pas facile d'apprécier exactement l'état de développement de l'embryon auquel correspond la présence de la quantité maximum de substance amyloïde dans le tissu des muscles de la vie animale, d'autant plus que la quantité de cette substance y varie beaucoup chez des embyrons en apparence du même âge et au même état de développement. Mais on peut néanmoins dire positivement que, quelque temps avant la naissance, ce tissu en contient beaucoup moins, bien qu'il en contienne toujours en quantité notable jusqu'à la naissance, et même postérieurement. Après des examens répétés d'embryons divers, je crois pouvoir affirmer que la table suivante, fondée sur des recherches sur le tissu musculaire de la vie animale de fœtus de mouton, indique exactement la quantité moyenne de la dextrine animale existant dans ce tissu à différentes périodes de son développement.

Dimensions et état de l'embryon.	Quantité de tissu muscul. frais examiné.	Poids de cette quantité, après dessicat. compl.	Quantité de substance amyloïde.
1° 4 Pouces de long.	30 grains.	1 gr. 7/10	1/10 de gr.
2° 7 — poils sur la lèvre.	60 —	5 — 5/10	5/10 —
3° 10 — poils très-fins sur la tête.	60 —	6 — 2/10	1 gr. 1/10
4° 15 pouces de long; couvert de poils fins.	60 —	7 — 5/10	2 — »
5° 16 pouces 1/2 de long; très-couvert de poils fins.	60 —	7 — 8/10	2 — 1/10
6° Près de 20 pouces de long et près de naître.	60 —	9 — 5/10	1 — 4/10

Il ressort de cette table que, bien qu'en moindre proportion à l'époque de la naissance qu'à un âge plus jeune, la substance amyloïde, à cette époque, existe encore en quantité considérable dans le tissu musculaire. De plus, cette substance n'y disparaît pas tout à fait avant quelque temps après la naissance, chez les agneaux, et quelquefois même pas avant plusieurs semaines.

VIII. On ne peut pas considérer le tissu musculaire de la vie animale comme ayant atteint sa maturité à la naissance; il a à peine été appelé à exercer ses fonctions. Il y a cependant un organe musculaire dont le tissu entre nécessairement dans l'exercice actif de ses fonctions bien plus tôt que les muscles de la vie animale. Le tissu musculaire du cœur, si l'on ne considère que l'activité de ses fonctions, atteint certainement la maturité plus tôt que celui des autres muscles. Il est conséquemment très-intéressant de connaître les rapports du cœur et de la matière amyloïde. Je n'ai pas trouvé plus d'une trace de cette matière persistant dans le tissu musculaire du cœur, chez tous les embryons, sans exception, que j'ai eu l'occasion d'examiner à un âge très-voisin de la naissance. La table qui suit, faite d'après l'examen du cœur de l'embryon de mouton, représente exactement ce qui existe aussi chez d'autres embryons.

Dimensions de l'embryon.	Poids de la portion du tissu musc. du cœur examiné.	Quantité de mat. amyl. dans cette portion.
1° 7 pouces de long.	20 grains	1 gr. 52/100
2° 10 —	20 —	1 — 60/100
3° 15 —	20 —	1 — 76/100
4° 20 — immédiatement avant la naissance.	20 —	trace; trop peu pour être pesé.

IX. Le foie, c'est-à-dire l'organe destiné à former la matière amyloïde pendant la vie extra-utérine, présente naturellement chez l'embryon une augmentation graduelle de cette matière dans son tissu, antérieurement à la naissance ainsi que postérieurement. Cette matière ne se montre dans le foie que lorsque l'embryon est déjà à une période avancée de son développement : elle y augmente graduellement, mais très-lentement, et, même au moment de la naissance, elle n'y existe qu'en quantité comparativement petite (2 pour 100 dans un foie d'agneau de 20 pouces de long).

X. A quoi sert la matière amyloïde pendant la vie fœtale?

On peut dire, au moins, qu'elle ne se transforme pas en sucre et qu'elle ne donne pas origine à de la graisse. Nous nous bornerons à ajouter ici qu'elle paraît être, ainsi que l'ont cru Rouget et Bernard, une substance formative qui, se combinant graduellement à de l'azote, donne origine à des matières organisées azotées.

DEUXIÈME PARTIE. — *Production de la matière amyloïde par le foie et influence de l'alimentation sur ce viscère.*

I. Les recherches expérimentales du Dr F. Pavy tendent à montrer que la formation du sucre dans le foie d'un animal que l'on a tué par la piqûre du bulbe rachidien est un changement *post mortem*. J'ai répété avec soin ses expériences, et je suis arrivé à croire comme lui que, pendant la vie et dans l'état de santé, la substance amyloïde du foie ne se transforme pas en glucose. Si donc il y a de si fortes raisons de douter que cette substance, comme l'avait supposé le professeur Bernard, se transforme en glucose dans le foie, et si nous trouvons que dans les tissus fœtaux elle ne subit pas cette transformation, il est naturel de se demander à quoi elle sert après sa production dans le foie. Les considérations suivantes ont, au moins, quelque utilité pour la solution de cette question.

II. Non-seulement le poids du foie, comparé à celui du corps entier, mais aussi la proportion de matière amyloïde contenue dans cet organe varient considérablement chez des animaux nourris à la manière ordinaire et supposés à l'état de santé. La table suivante (1) donne approximativement la moyenne normale du rapport entre le foie et le corps, ainsi que la proportion normale de matière amyloïde que l'on rencontre dans le foie de différents animaux :

Proportion du poids du foie comparé à celui du corps entier.				Proportion de matière amyl. trouvée dans le foie.			
Comme	1 à 30	chez les	chiens.	4	grains	5/10	pour 100
—	1 à 19	—	chats.	1	—	5/10	—
—	1 à 35	—	lapins.	3	—	7/10	—
—	1 à 44	—	pigeons.	2	—	5/10	—
—	1 à 21	—	cochons d'Inde. . .	1	—	4/10	—
—	1 à 26	—	rats.	2	—	5/10	—
—	1 à 27	—	hérissons.	1	—	5/10	—

(1) Cette table est faite d'après la moyenne de six examens de chaque animal. Tous les animaux examinés avaient eu leur alimentation ordinaire et chacun d'eux a été pesé après l'extraction du foie. La vésicule biliaire a été séparée du foie

III. Les chats et les lapins, vivant aisément en captivité et pouvant servir de types pour les animaux carnivores et herbivores, je les ai employés pour comparer d'une manière exacte ces deux types l'un à l'autre, quant à la dimension du foie comparée à celle du corps entier. Je puis dire, d'une manière générale, d'après un nombre considérable d'expériences (et cette assertion sur laquelle je reviendrai est importante), que le foie de chats à l'état de santé et nourris de viande est le double de celui de lapins bien nourris, — ces animaux étant de même taille et en pleine digestion. Mais le foie des carnivores est notablement moins riche en substance amyloïde, de sorte que, malgré son volume beaucoup plus grand, le foie d'un gros chat bien nourri ne donne pas plus des deux tiers de la quantité de cette substance fournie par un lapin à l'état de santé nourri de carottes, de pain et de persil.

IV. C'est environ six heures après un repas copieux que l'on trouve le maximum de substance amyloïde dans le tissu du foie. A partir de ce moment, si on ne donne pas de nouveau de la nourriture à l'animal, la quantité de cette substance diminue graduellement, et disparaît entièrement chez les animaux complétement privés d'aliments. Six gros lapins bien portants furent nourris de carottes, de pain blanc et de persil, de bonne heure le matin. A huit heures, on cessa de les alimenter, et au bout de quatre heures on en tua un. Les autres furent tués de quatre heures en quatre heures, et l'on chercha la quantité de matière amyloïde contenue dans leur foie. Voici quels furent les résultats :

				Quantité de mat. amyl. dans le foie entier.
1er Lapin,	4	heures après	l'alimentation.	32 grains.
2e —	8	—	—	43 — 1/2
3e —	12	—	—	27 — 1/2
4e —	16	—	—	23 —
5e —	20	—	—	19 —
6e —	24	—	—	11 — 1/2

Après quelques jours d'abstinence, il n'est plus possible de découvrir dans le foie plus d'une trace de substance amyloïde. La disparition de cette substance n'est pas retardée par la chaleur ni accélérée par le froid. Sur six pigeons nourris pendant

avant la pesée de cet organe. Dans tous les cas, la digestion progressait activement au moment où les animaux furent tués.

quelques jours avec un mélange d'amidon, de pommes de terre et de sucre non raffiné, deux furent tués cinq heures après leur dernier repas. Chez l'un d'eux, le foie contenait 13 grains 1/2 de substance amyloïde; celui de l'autre en contenait 15 grains. Chez deux autres non nourris pendant trois jours, durant lesquels ils furent gardés dans un four chauffé de 110° à 120° Fahr., le foie de chacun d'eux donna à peine une quantité appréciable de substance amyloïde. Les deux autres pigeons furent aussi privés d'aliments pendant trois jours, mais ils furent tenus dans un endroit dont la température durant le jour ne s'éleva pas à 60° Fahr. Le foie de l'un de ceux-ci donna 1 grain 1/4 de substance amyloïde; celui de l'autre n'en donna qu'une quantité inappréciable.

V. Le Dr Pavy a montré combien est considérable l'influence d'une alimentation riche en amidon et en sucre sur la quantité de substance amyloïde formée par le foie. Le degré d'accroissement ou de diminution de volume du foie et la rapidité avec laquelle il atteint ce degré sous l'influence de différents modes d'alimentation, sont vraiment surprenants et presque incroyables. La table suivante montre jusqu'à quel point ces changements de volume sont liés à une augmentation ou une diminution de la quantité de substance amyloïde :

Quantité moyenne de la substance amyloïde trouvée dans le foie entier d'animaux nourris pendant quelques jours comme la table l'indique :

Chez les	Alimentation presque uniquement composée de sucre et d'amidon.	Graisse.	Pain.	Gélatine.
Chiens. . .	980 grains.	à peine une trace.	125 grains.	pas trace.
Rats. . . .	7 —	dito.	3 —	pas trace.
Pigeons. . .	25 — 1/2		1 —	
Lapins. . .	45 —		8 — 1/2	

Bernard (1) est dans l'erreur en affirmant que l'organisme animal peut faire de la substance amyloïde avec de la gélatine. Il est certain que le foie des chiens et des rats nourris de gélatine donne exactement le même résultat que le foie de ces animaux lorsqu'ils ont été soumis à l'inanition. La même chose est vraie aussi quand on les nourrit avec de la graisse.

Le foie est capable de faire de la substance amyloïde avec de la fibrine du sang, avec de la viande et avec du gluten de

(1) L'*Union médicale*, n° 35, p. 551. — 1859.

blé; mais il paraît capable d'en sécréter avec beaucoup plus de facilité et en quantité bien plus grande lorsque des matières saccharines sont avalées que lorsque l'alimentation se compose uniquement de matières azotées.

VI. La recherche de la matière amyloïde dans les tissus des animaux adultes m'a donné les résultats suivants : la corne s'accroissant rapidement chez le jeune daim, pas plus que la corne du veau, ne contient de matière amyloïde. Cette matière ne se trouve pas non plus dans les bulbes pileux des adultes, ni dans les fibres musculaires de nouvelle formation de l'utérus; mais, lorsque les animaux adultes prennent des aliments riches en amidon et en sucre, le tissu musculaire s'imprègne de dextrine ayant tous les caractères de la substance amyloïde de Bernard. Un pigeon fut nourri de sucre et d'amidon pendant six jours : le foie donna 25 grains 1/2 de substance amyloïde, et 5 grains d'une substance identique furent extraits des muscles de la poitrine. En général, on n'en trouve pas dans la viande des marchés; mais je l'ai rencontrée dans le tissu musculaire de la morue, de la raie et parfois dans la chair du lapin, y existant probablement comme ingrédient normal. Sanson (1) a démontré sa présence dans la chair des chevaux. Elle existe aussi dans la chair des animaux hibernants, mais en petite quantité; mais il n'est pas possible de s'assurer avec exactitude si, dans ce cas, c'est seulement une imprégnation du tissu musculaire par un excès de cette matière provenant du foie, ou si elle est due à un arrêt du procès nutritif normal des muscles dépendant de leur inactivité.

TROISIÈME PARTIE. — *Transformation de la fibrine et de l'albumine dans le foie, et production d'une nouvelle substance albuminoïde provenant probablement de la matière amyloïde.*

Il est probable que la fibrine n'est pas un agent essentiel à la nutrition des muscles, et l'on peut même dire qu'il y a des faits tendant à prouver que les physiologistes se sont trompés en supposant qu'elle est une substance formative ou histogénétique, particulièrement nécessaire à la formation du tissu

(1) Rapport de M. Poggiale, dans le *Journal de la Physiol. de l'homme, etc.*, vol. I. 1858, p. 549.

musculaire et de quelques autres tissus. Les faits semblent démontrer, au contraire, que la fibrine est, à plusieurs égards, un produit de désintégration. « J'ai constaté, — dit le Dr Brown-Séquard (1), — que le sang privé de fibrine semble tout aussi capable que le sang normal de régénérer les propriétés vitales ou les fonctions des divers organes contractiles ou nerveux. C'est là un fait qui, à lui seul, suffirait pour démontrer que la fibrine n'est pas un élément essentiel à la nutrition de ces organes, car c'est à la nutrition qui s'opère pendant qu'on y injecte du sang qu'est dû le retour de leurs propriétés vitales. Si ce fait n'est pas admis comme suffisamment probant, je rappellerai l'expérience dont j'ai mentionné les détails dans le numéro d'avril de ce journal (vol. I. 1858, p. 366), pour établir la proposition suivante : *L'irritabilité musculaire semble pouvoir être maintenue indéfiniment dans des membres séparés du corps et dans lesquels on injecte du sang chargé d'oxygène.* Dans un cas, j'ai vu l'irritabilité persister plus de 41 heures ; dans un autre cas, elle a duré 50 heures. Or, si c'est à la nutrition qu'est due l'irritabilité musculaire, — ce dont on ne peut douter, — il est clair que la nutrition peut avoir lieu dans les muscles avec du sang dépouillé de fibrine, et que, conséquemment, la fibrine n'est pas, comme on l'a cru, un agent essentiel de la nutrition des muscles. » De plus, j'ai moi-même constaté, — sans savoir que le Dr Brown-Séquard avait déjà fait la même observation, — que lorsque du sang défibriné est injecté dans des artères d'un animal mort, ce sang sort des veines contenant un peu de fibrine, de telle sorte qu'il faut le battre de nouveau avant de le réinjecter. Mais peut-être le fait le plus important à l'appui de l'opinion que nous soutenons, est celui que Lehmann (2) rapporte, et d'après lequel c'est une erreur de supposer que le sang artériel est, en général, plus riche en fibrine que le sang veineux ; au contraire, des expériences comparatives montrent que le sang des petites veines contient une proportion notablement plus grande de fibrine que le sang artériel. Un examen approfondi des caractères physiologiques de la fibrine conduit de plus en plus à établir la justesse de la vue

(1) Rech. expér. sur les propriétés physiol. et les usages du sang rouge et du sang noir, etc., in *Journal de la Physiol. de l'homme, etc.*, 1858. Vol. I, p. 731.
(2) Canstatt's *Jahresbericht*, 1855. B. I, p. 183.

émise depuis longtemps par Lehmann à l'égard des relations de cette substance avec les tissus, à savoir qu'elle représente un état de transition, appartenant en partie à ce qu'on appelle la métamorphose progressive des tissus, en partie à la rétrogressive. Car, d'une part, il soutient, et avec raison, que cette substance doit servir à la formation des tissus, puisque, en général, les seules exsudations organisables sont celles qui contiennent de la fibrine; et, d'une autre part, les faits qui sont mentionnés ci-dessus conduisent à une opinion opposée, ainsi que la circonstance qu'une augmentation de fibrine dans le sang coïncide avec des états inflammatoires dans lesquels la nutrition est considérablement troublée, et cette autre circonstance qu'une augmentation de fibrine a aussi lieu lorsque l'on prend pour nourriture plus de matières albuminoïdes qu'il n'en faut pour réparer les pertes des tissus.

Mais quelle que soit l'origine de la fibrine, il n'en est pas moins certain qu'elle disparaît en grande partie ou, au moins, se modifie d'une manière notable dans cet organe. Lehmann (1) est très-positif dans son assertion que le sang de la veine porte, chez les chevaux et les chiens, contient de la fibrine qui ne diffère pas sensiblement, par ses caractères et sa quantité, de la fibrine des autres veines, tandis que le sang des veines hépatiques, recueilli avec soin, ne contient pas de fibrine. Il ajoute qu'une analyse comparative du sang de la veine porte et de celui des veines hépatiques, a prouvé qu'une quantité notable d'albumine disparaît aussi dans le foie.

L'assertion de Brown-Séquard est également précise sur le même point. « Je me suis assuré plusieurs fois, — dit-il, — que le sang des veines sus-hépatiques, chez les chiens, n'est pas spontanément coagulable, et qu'il ne donne pas de fibrine par le battage (2). » Il paraîtra inutile que j'ajoute mon témoignage à l'appui de ces assertions. Je dirai seulement que l'on éprouve une grande difficulté à obtenir du sang des veines hépatiques, pur de tout mélange avec celui de la veine cave,

(1) Lehmann, in *Leçons de physiol. expérimentale* de Bernard. 1854-55, p. 465.

(2) Voyez son travail intitulé : — Sur des faits qui semblent montrer que plusieurs kilogrammes de fibrine se forment et se transforment, chaque jour, dans le corps de l'homme, etc., in *Journal de la Physiol. de l'homme, etc.*, 1858. Vol. I, p. 298.

mais que, lorsqu'on réussit à l'obtenir pur, il paraît être privé de fibrine. Sur un chien qu'on vient de tuer, on ouvre l'abdomen aussi rapidement que possible, on introduit ensuite la main de façon à saisir les bouches des veines hépatiques, et enfin on retire le foie ; on obtient alors un sang qui se coagule légèrement si l'on fait sortir le contenu de ces veines en pressant un peu sur cet organe ; mais si, après avoir tué l'animal, on place adroitement une ligature sur les bouches des veines hépatiques, et si, sans presser sur le foie, on éloigne les organes voisins, on reçoit du sang qui ne contient pas de fibrine lorsqu'on pique les veines hépatiques alors gorgées de sang. Cette absence de fibrine est une des circonstances qui rendent très-difficile l'étude des substances contenues dans le sérum des veines hépatiques : en effet, comme ce sang ne se coagule pas ou ne se coagule que très-légèrement, il est presque impossible d'en obtenir un sérum qui ne soit pas profondément chargé de la matière colorante des globules rouges. Ce sérum contient considérablement moins d'albumine que le sérum de la veine porte. Si l'on tient compte de la quantité si considérable de sang passant en un jour à travers le foie, l'action de cet organe consistant en une décomposition plus ou moins complète de la fibrine et de l'albumine, doit être considérée comme la plus importante des fonctions de cet important organe. Brown-Séquard (1) calcule qu'une quantité de 2,690 grammes de fibrine est perdue en un jour par le sang passant à travers les organes digestifs et le foie. Si nous supposons que c'est là la portion de fibrine qui provient de la métamorphose rétrograde des tissus et qui reçoit sa désintégration finale dans le foie, il est facile de comprendre que le plus léger obstacle à l'exercice des fonctions de cet organe, dans certains états morbides, peut faire augmenter rapidement la quantité de fibrine dans le sang.

L'influence du foie sur la fibrine et l'albumine nous montre quelle est la source d'où proviennent quelques-uns des ingrédients de la bile, et, en particulier, du soufre que ce liquide contient. Mais que devient l'azote de ces substances ? En quelle quantité existe-t-il dans la bile? Si l'on se rappelle combien les affirmations des physiologistes varient à l'égard de la quan-

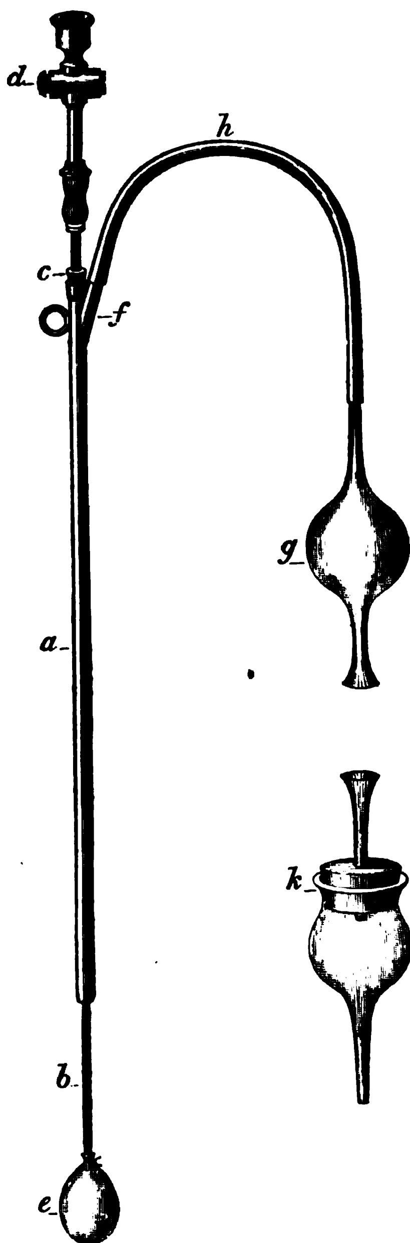
(1) *Journal de la physiologie, etc.* Vol. I, p. 304.

tité de bile sécrétée, et combien varient aussi les assertions des chimistes à l'égard de la composition de ce liquide, on reconnaîtra qu'il est très-difficile de se faire une idée juste de la quantité d'azote que cette sécrétion retire du sang. Il n'en est pas moins certain que cette quantité est minime. Il est probable qu'en admettant que le résidu sec de la bile contient 5 pour 100 d'azote, nous lui en accordons plus que sa proportion réelle; cependant, même en prenant cette quantité comme exacte, nous trouvons que si un animal sécrétait assez de bile en un jour pour fournir 2 onces de résidu solide, il n'y aurait pas même 50 grains d'azote dans ce résidu. Pour déterminer la quantité d'azote qui se sépare du sang dans le foie, mon ami et collègue, le Dr E.-W. Davy, a eu la bonté d'examiner pour moi la bile fraîche retirée de la vésicule biliaire de moutons. Il trouve que 100 parties en poids de cette bile, évaporée jusqu'à siccité, donnent 7 parties en poids de matière solide sèche, et que 100 parties en poids de cette matière sèche ne contiennent que 3,90 parties d'azote, d'où il suit que 100 parties en poids de cette bile fluide ne contiennent pas plus de 0.273 partie d'azote.

Nous sommes donc autorisé à dire que l'azote qui sort du foie par la sécrétion biliaire n'est qu'une très-minime partie de celui qui entre dans le foie par l'artère hépatique et la veine porte et qui doit sortir de ce viscère.

On peut aisément obtenir assez de sang de la veine porte pour un examen chimique. Il suffit de lier la veine porte rapidement pour empêcher la régurgitation du sang par le foie et d'ouvrir la veine ou l'une de ses branches entre la ligature et l'intestin, et l'on peut alors en recevoir une quantité considérable de sang. Mais il y a une difficulté très-grande à obtenir une quantité suffisante de sang des veines hépatiques. En essayant, sur des animaux morts, d'introduire un cathéter dans la veine jugulaire dans le but d'extraire du sang du cœur, j'ai trouvé quelquefois que le cathéter traversait le cœur et descendait dans la veine cave ascendante. Je constatai bientôt que ce passage, qui eut lieu d'abord accidentellement, pouvait être opéré à volonté. Ceci me suggéra un plan à l'aide duquel j'ai réussi à me procurer du sang qui, bien qu'il ne fût pas pur, provenait néanmoins surtout des veines hépatiques. Le dessin de la page suivante représente l'instrument employé

dans ces recherches. Il consiste en une canule d'argent *a*, droite ou presque droite (car il est quelquefois nécessaire de la courber un peu), et le long de laquelle passe un petit cathéter en gomme élastique. Celui-ci joue librement dans la canule, excepté à sa partie supérieure *c*, où il s'emboîte exactement au moyen d'un morceau de caoutchouc vulcanisé, en forme de tube, servant à empêcher le passage de l'air, mais permettant au cathéter huilé de glisser librement à travers ce bouchon tubulaire en caoutchouc. A l'une des extrémités du cathéter en gomme élastique *d* est un petit robinet qui s'ouvre et se ferme par un ressort, et à l'autre extrémité *e*, il y a une petite vessie que l'on peut faire gonfler en soufflant par le canal du robinet. La vésicule biliaire du hérisson ou d'un autre petit animal est très-convenable pour cette partie de l'instrument. A la partie supérieure de la canule se trouve un court appendice tubulaire en argent *f*, auquel on peut adapter une pipette *g*, au moyen d'un tube en caoutchouc vulcanisé *h*. Si l'on plonge l'extrémité de la canule dans de l'eau on peut, par la succion, attirer dans la pipette de l'eau qui passe le long



du cathéter qui, ainsi que nous l'avons dit, ne remplit pas la canule. Lorsqu'on veut se servir de l'instrument, il faut d'abord rendre souple la petite vessie en la mouillant, et il faut aussi la vider d'air. En tirant sur le cathéter, on le fait ensuite remonter dans la canule de façon à y faire entrer la petite vessie.

Il faut choisir un chien de haute taille pour l'expérience : on lui fait pencher la tête légèrement en arrière et l'on met à nu la veine jugulaire dans une étendue d'environ un pouce, puis on l'entoure de deux fils à ligature. Un aide tire sur ces fils de façon à emprisonner un peu de sang dans cette portion de veine, qui étant distendue, permet de faire une ouverture suffisante pour admettre la canule d'argent, tandis que l'on empêche l'hémorrhagie en tirant sur les fils des ligatures. On pousse ensuite la canule, à travers le cœur, dans la veine cave ascendante. Quand elle est arrivée au point (que l'on a préalablement trouvé par des mesures sur des animaux morts) où les veines hépatiques s'ouvrent dans la veine cave, on cesse de la pousser. Alors on fait avancer le cathéter d'un pouce, et l'on souffle par le robinet pour faire dilater la petite vessie qui bouche la veine cave et y interrompt la circulation au-dessous des veines hépatiques. On attire ensuite du sang dans la pipette par succion. On peut obtenir ainsi deux ou trois onces de sang venant du foie, mais mêlé à du sang des parties supérieures de la veine cave. En ouvrant le robinet, on permet à l'air de s'échapper de la petite vessie et l'on retire l'instrument. Il est utile d'avoir quelques pipettes de la forme représentée par *k*, ayant un tube passant à travers un bouchon pour faciliter la sortie du sang, qui se coagule souvent avant la fin de l'expérience.

Le sang obtenu de cette manière, ainsi que nous l'avons déjà dit, est loin d'être du sang pur des veines hépatiques; quoique provenant surtout du foie, il est assez mêlé à d'autre sang pour se coaguler fortement. On peut ainsi avoir une quantité considérable de sérum clair que l'on trouve contenir, plus abondamment que d'autre sang, un composé protéique, ressemblant à ce que quelques personnes ont appelé caséine du sang (1), composé qui, tout en ayant, à certains égards, de la

(1) MM. Dumas et Cahours, dans leur mémoire sur les composés protéiques, donnent l'analyse d'un produit extrait du sang, possédant sinon toutes les propriétés de la caséine, au moins sa composition. M. Stas a trouvé une quantité notable de caséine dans le sang du placenta. Guillot et Leblanc ont vu que le

ressemblance avec la caséine du lait, ne lui est pas identique. Pour obtenir cette matière, il faut diluer le sérum dans dix fois son volume d'eau distillée, et y ajouter avec précaution de l'acide acétique très-dilué (une partie d'acide glacial pour cinquante d'eau distillée), de façon à aciduler légèrement la masse : il se forme alors un précipité blanc qui descend lentement. On s'assure que cette matière est un composé azoté par l'odeur caractéristique qu'elle émet quand on la fait brûler sur de l'éponge de platine; on trouve que ce n'est pas simplement de l'albumine par sa précipitation et sa redissolution par des réactifs (l'acide acétique, l'ammoniaque, etc.), qui n'agissent pas ainsi sur l'albumine, et aussi par le fait que lorsqu'on l'a retirée d'une quantité connue de sérum, celui-ci fournit autant d'albumine qu'une même quantité de semblable sérum dont on n'a pas extrait la matière protéique dont nous nous occupons. Cette matière est probablement celle que plusieurs auteurs ont signalée, sous différents noms, comme existant dans le sang (1). Elle se trouve dans le sérum de toute espèce de sang; mais, — et c'est là ce que je veux particulièrement signaler, — elle est de beaucoup plus abondante dans le sang provenant du foie pendant la digestion que dans le sang d'une autre provenance quelconque que j'ai examiné. Après le sang des veines hépatiques, j'ai trouvé que celui du placenta contient plus de cette matière que le sang veineux ou artériel ordinaire. Il se peut qu'elle ait été confondue par Lehmann avec les parois de cellule des corpuscules du sang dans les veines hépatiques, lorsqu'il écrit : « Mais nous pouvons nous convaincre aisément par le microscope de l'absence presque complète de fibrine dans le *cruor* (dépôt de globules) *du sang veineux* hépatique. L'expérience qui suit nous montre l'exactitude de cette vue et montre aussi combien est grand le nom-

sérum de plusieurs variétés de sang, après l'extraction de l'albumine, par l'ébullition et la filtration, fournit un abondant précipité blanc quand on le fait bouillir avec quelques gouttes d'acide acétique. Ils croient reconnaître les caractères de la caséine dans ce précipité.

(1) Voyez note sur la présence de la caséine et les variations de ses proportions dans le sang de l'homme et des animaux, par Natalis Guillot et F. Leblanc, in *Comptes rendus*, vol. XXXI, p. 585; — Ueber einem konstanten, mit dem casein uebereinstimmendem, bestandtheil des blutes, von Panum, in *Archiv. f. pathol. Anat.* B. III, 2 heft, p. 251 u. B. IV. Heft I, p. 17; — et note sur la présence de l'albuminose dans le sang, etc., par Mialhe, in *Comptes rendus*, vol. XXX, p. 745.

bre de corpuscules indestructibles dans le sang des veines hépatiques. En mêlant le fluide retiré du caillot avec vingt fois sa quantité d'eau, le sang de la veine porte comme celui des autres veines donne un léger dépôt floconneux, dans lequel des lambeaux de membrane de cellule peuvent être reconnus au microscope ; si, d'un autre côté, nous mêlons un égal volume de fluide du *cruor* du sang des veines hépatiques avec vingt fois sa quantité d'eau, il y a un précipité floconneux six ou huit fois plus considérable que celui de l'autre expérience (1). » J'ajouterai que le mélange du sérum du sang avec quinze ou vingt fois son volume d'eau distillée, suffit pour faire précipiter le composé protéique mentionné ci-dessus, sans l'addition d'acide acétique dilué.

Pour me procurer du sang du voisinage des veines hépatiques, je fis, — sur un gros chien, six heures après un repas composé de pain blanc, de lait et de tripes, — l'opération décrite ci-dessus. J'obtins à peu près trois onces de ce sang. Je retirai ensuite du sang d'abord de la veine jugulaire, puis de la carotide, et enfin de la veine porte. Des quantités égales de sérum clair de chacune de ces quatre espèces de sang (200 minimes de chacune), furent traitées de la manière suivante : chaque spécimen de sérum fut dilué par l'addition de dix fois son volume d'eau ; puis j'y ajoutai de l'acide acétique très-dilué (1 minime d'acide glacial pour 100 d'eau distillée), tant que la liqueur resta trouble. Le précipité qui se forma dans chaque spécimen fut recueilli sur un filtre, puis desséché et pesé. Le tableau suivant donne le résultat :

	Composé protéique.
1° 200 minimes de sérum du sang de la veine cave près des bouches des veines hépatiques, contenait. . . .	1 grain 2/10
2° 200 minimes de sérum de sang pris de la veine jugulaire, contenait.	4/10 de grain.
3° 200 minimes de sérum de sang de la carotide, contenait.	8/10 —
4° 200 minimes de sérum de sang de la veine porte, contenait.	4/10 —

C'est donc dans le sang venant du foie pendant la digestion que se trouve en plus grande abondance ce précipité, qui ressemble beaucoup à la globuline, et c'est dans le sang veineux qu'il est le moins abondant, le sang artériel en contenant plus

(1) *Physiological Chemistry*, Cavendish Society, vol. II, p. 107.

que le veineux. Il n'y a pas de différence à l'égard de la quantité de cette matière protéique entre le sang de la veine porte et celui des autres veines. Je n'ai pas besoin de dire que l'opération pour se procurer du sang des veines hépatiques est extrêmement délicate et qu'elle échoue souvent : mais j'ai réussi parfaitement trois fois, et, dans chacun de ces cas, j'ai obtenu des résultats tout à fait analogues à ceux de l'expérience qui vient d'être détaillée.

La substance protéique obtenue dans ces expériences est ou tout à fait insoluble ou à peine soluble dans l'eau distillée, où l'on peut la laisser pendant plusieurs jours sans qu'elle paraisse subir aucun changement. Dans ces circonstances, elle n'est pas si prompte à se décomposer que les substances analogues. Les acides acétique, muriatique et sulfurique dilués la dissolvent aisément, mais il n'en est pas ainsi de l'acide nitrique. Le ferrocyanure de potassium la précipite de sa solution dans l'acide acétique dilué. Après des lavages dans de l'eau distillée, si on la reçoit sur un filtre de papier, on trouve, après qu'elle a été exposée à l'air, qu'elle change notablement : elle perd son aspect floconneux blanc, et elle se transforme en une masse transparente, très-visqueuse ou gommeuse. Dans cet état elle est très-soluble dans l'eau, et comme l'albumine de Mialhe, elle ne se précipite ni par l'ébullition, ni par les acides acétique, sulfurique ou muriatique, mais le sublimé corrosif et l'infusion de noix de galle la précipitent. Elle se dissout complétement dans la solution alcoolique de potasse, mais elle n'est pas soluble dans l'alcool. Elle n'est pas identique à la substance obtenue du sérum du sang par Guillot et Leblanc, laquelle n'est pas soluble dans l'acide acétique dilué. Bien qu'elle ressemble à la caséine par sa précipitation par l'acide acétique dilué et en ce qu'elle se redissout dans un excès du même acide, je n'ai pas pu la faire se coaguler par de la présure (1).

Quels que soient la composition chimique exacte et les caractères de la matière albuminoïde du sang étudiée ci-dessus,

(1) Si le sérum du sang est soumis à l'action d'une quantité considérable d'alcool faisant précipiter toutes les matières albuminoïdes qu'il contient et si le précipité arrêté sur un filtre est bouilli dans de l'eau distillée pendant quelques minutes, on obtient une solution qui, après filtration, est laiteuse, et donne par l'addition d'acide acétique dilué, un précipité blanc copieux. Ce précipité semble être identique à la caséine du sang de Guillot et Leblanc.

qu'on la regarde comme une forme d'albumine ou de peptone albumineuse (albuminose) ou de caséine, il me suffit de faire remarquer que durant l'activité de la digestion, le sang qui sort du foie contient cette substance en plus grande quantité que le sang artériel, et que ce dernier en contient plus que le sang veineux ou que le sang de la veine porte. En même temps le sang des veines hépatiques contient une quantité bien plus considérable de corpuscules incolores que celui de la veine porte. On se convainc rapidement par un examen microscopique de ces espèces de sang, que ces corpuscules incolores sont de cinq à dix fois plus nombreux dans le premier de ces sangs que dans les autres. Les physiologistes connaissent si bien ce fait ainsi que les principales particularités relatives aux corpuscules incolores du sang hépatique, qu'il n'est pas nécessaire de nous arrêter sur les circonstances qui ont conduit quelques-uns des plus distingués à considérer comme la fonction la plus importante du foie, la formation ou au moins la réjuvénescence des corpuscules du sang. Le Dr Carpenter croit que la production des corpuscules colorés peut être considérée comme un phénomène analogue au développement de cellules dans l'albumine des graines, dans le règne végétal. Il suppose aussi que ces cellules aident à la conversion de matières alimentaires grossières en principes immédiats. Ces deux suppositions reçoivent de l'appui de la notion que ces cellules incolores ont de très-grandes relations avec la matière formée par le foie, qui ressemble tant à la dextrine végétale.

Il est vrai qu'il n'y a rien de nouveau dans la théorie que le foie est un grand organe de formation du sang, ou plutôt que c'est un organe où certains composés du sang se désagrègent, tandis que, à l'aide des matériaux ainsi désagrégés, s'opère une constante reconstruction du sang; mais il n'en est pas moins certain que, il y a peu de temps encore, les physiologistes n'auraient pas voulu admettre que des matières constituées comme les cellules incolores du sang ou de la caséine, pourraient être formées dans le foie à l'aide d'une substance ressemblant à de la dextrine et s'y emparant de l'azote provenant, comme on peut le dire, de la métamorphose rétrogressive des tissus. En ne s'occupant que du foie, on ne serait probablement jamais arrivé à cette conclusion. Mais en considérant les relations physiologiques de la substance amyloïde de Bernard,

à l'égard du développement des tissus azotés du fœtus, le fait que cette substance, en s'emparant de l'azote, lui sert de protoplasma et qu'elle disparaît à la fin de l'évolution de tissus azotés complétement formés, ce fait nous prépare à accepter l'idée que le foie produit ses composés protéiques pendant la vie adulte par un procédé semblable. Nous devons incontestablement à M. Charles Rouget l'observation des faits fondamentaux (1) qui conduisent à ces conclusions ; nous espérons cependant que la réunion des faits exposés dans ce mémoire sera trouvée digne de l'attention des physiologistes, car nous croyons que non-seulement la théorie que nous adoptons est en harmonie avec nombre de circonstances restées sans explication jusqu'ici, mais qu'elle donne une solution, plus satisfaisante que toute autre proposée jusqu'ici, de beaucoup de phénomènes pathologiques.

DE QUELQUES POINTS

RELATIFS A LA PRÉPARATION ET AUX PROPRIÉTÉS

DES CELLULES DE CARTILAGE

PAR LE DOCTEUR

Louis RANVIER

Membre de la Société de Biologie.

Ce travail a surtout pour but d'indiquer un mode de préparation consistant à colorer les cellules cartilagineuses avec l'iode, et de montrer les avantages que ce procédé peut présenter dans la solution du problème suivant :

Les cellules de cartilage peuvent-elles perdre la propriété qui les définit, celle de former autour d'elles de la substance cartilagineuse ?

(1) Voyez son mémoire, dans ce journal. Vol. II. 1859, p. 83 et 308.

De l'emploi de l'iode comme matière colorante dans la préparation histologique des cartilages.

L'observation microscopique diffère surtout de l'observation à l'œil nu en ce que les objets au microscope sont vus par transparence. Les causes d'erreur qui en résultent ont été levées en partie par l'emploi de matières colorantes ayant une action élective sur certains éléments anatomiques. Il suffit de rappeler à cet effet les avantages qu'on a retirés de la solution ammoniacale de carmin dans l'étude du système nerveux.

La teinture d'iode et la solution d'iode iodurée ont la propriété de colorer en brun les substances albuminoïdes. Mais l'iode ne colore pas toutes ces substances avec une égale puissance ; par exemple, les noyaux, les cellules, les fibres du tissu connectif et les fibres élastiques sont colorés fortement, tandis que la substance fondamentale et les capsules du cartilage ne le sont qu'à un faible degré. Cette action de l'iode est presque instantanée, mais elle s'épuise assez rapidement, et les tissus reviennent au bout d'un temps variable à leur coloration naturelle. De là résulte qu'on ne peut conserver des préparations ainsi colorées.

On peut donc employer l'iode comme réactif pour déceler les cellules cartilagineuses et les distinguer de leurs capsules; distinction d'autant plus importante à établir que, dans quelques cas, la confusion peut être faite. On doit pourtant éviter cette confusion, si l'on veut se rendre compte d'une manière exacte des transformations d'éléments qui se passent dans les cartilages.

A cet effet, si l'on place sur le champ du microscope une lamelle de cartilage hyalin imbibée du réactif iodé, on observe que les cellules sont colorées en brun foncé, tandis que la substance fondamentale et les capsules, qui pourtant ont été traversées par la matière colorante, n'ont qu'une teinte légère. Les cellules et la substance fondamentale des cartilages fibreux et réticulés sont colorées également; les capsules seules restent alors incolores, si toutefois la solution iodée n'est pas trop forte. Les préparations qu'on obtient par ce procédé sont très-nettes et très-démonstratives.

En même temps qu'elles sont colorées par la solution d'iode, les cellules des différentes variétés de cartilage deviennent ra-

tatinées. Ce dernier phénomène, qui du reste est produit par beaucoup d'autres réactifs, doit être attribué à ce que le liquide, en pénétrant dans la capsule, refoule la cellule; en effet, quand, par le hasard de la coupe, une cavité cartilagineuse a été ouverte, la cellule qu'elle contient reste globuleuse et conserve ses dimensions habituelles. De ces faits on peut conclure que la puissance endosmotique de la capsule est supérieure à la puissance endosmotique de la membrane cellulaire; car, s'il en était autrement, le liquide, en pénétrant par endosmose dans la cellule, la distendrait, et la force d'expansion de celle-ci viendrait lutter efficacement contre la force endosmotique qui tend à faire pénétrer et à maintenir le liquide réactif entre la cellule et la capsule.

Une cellule cartilagineuse n'a rien en elle de caractéristique et ne peut être définie que par la propriété qu'elle possède de s'entourer d'une substance particulière. Cette substance, bien caractérisée au point de vue chimique, se colorant faiblement par l'iode, se montre tantôt sous la forme d'une capsule bien circonscrite quand des capsules filles en nombre multiple sont contenues dans une même capsule mère, quand la substance fondamentale du cartilage est fibreuse, réticulée, muqueuse ou simplement segmentée, ou quand il n'y a pas de substance fondamentale. En dehors de ces cas, il est souvent bien difficile de démontrer une capsule distincte de la substance fondamentale; on pourrait alors, sans grands inconvénients du reste, considérer avec M. Robin le tissu cartilagineux comme une substance amorphe creusée de cavités.

Une cellule de cartilage peut-elle perdre la faculté de former autour d'elle de la substance cartilagineuse?

Mon intention n'est pas de donner toutes les conditions dans lesquelles la cellule cartilagineuse perd la propriété qui la définit, mais simplement de poser une question nouvelle et d'apporter quelques faits qui pourront, sinon la résoudre, du moins l'établir.

A. — Dans quelques conditions physiologiques et pathologiques, les cartilages sont sujets à l'infiltration calcaire. Les sels terreux se déposent alors, soit dans les capsules, soit à la fois dans celles-ci et dans la substance fondamentale. S'il se fait dans les capsules ainsi calcifiées une prolifération cellu-

laire, les cellules de nouvelle formation ont perdu la propriété de former autour d'elles de la substance cartilagineuse.

J'ai constaté ce fait dans les conditions suivantes : les unes physiologiques, les autres pathologiques.

1° *Dans l'ossification normale des cartilages.* — Dans un travail antérieur (1), j'ai cherché à démontrer que dans la majorité des cas l'ossification du tissu cartilagineux n'est pas directe, c'est-à-dire que les cellules de cartilage ne concourent à la formation des corpuscules osseux, qu'après avoir subi une première modification qui les prive de la faculté de former autour d'elles de la substance cartilagineuse. Ces cellules, qui peuvent être alors qualifiées de cellules embryonnaires de la moelle ou, d'une façon plus générale, de cellules indifférentes (Foerster), peuvent prendre bientôt une propriété nouvelle, celle de former de la substance osseuse. Je reviens sur ces faits parce qu'ils servent à résoudre la question que je me suis posée.

Quand un cartilage va subir l'ossification, sa substance fondamentale, dans une portion limitée, s'infiltre de sels calcaires; ceux-ci gagnent bientôt les capsules. Le mouvement d'active prolifération cellulaire continue dans les capsules calcifiées. Il en résulte des espaces remplis de cellules jeunes ayant de 0,007 à 0,010 de millimètre, se touchant toutes ou nageant librement dans un liquide. Quand on vient à faire agir la solution iodée sur ces petites masses de cellules, on observe que celles-ci se colorent en brun foncé et qu'entre elles ne se trouvent pas des portions claires, comme il arriverait si elles étaient séparées par de la substance cartilagineuse. Ce fait se montre avec toute sa valeur lorsqu'on sait que dans les proliférations simples de cartilage, chaque cellule de nouvelle formation s'entoure rapidement d'une capsule propre. Les espaces constitués par les capsules calcifiées remplies de jeunes cellules s'agrandissent bientôt par résorption partielle de leurs parois et arrivent à communiquer entre eux. Ainsi est formé le tissu ostéoïde, dont les trabécules, correspondant à l'ancienne substance fondamentale du cartilage, ne contiennent pas de corpuscules osseux. Je m'arrête ici, car il me suffit de montrer que, dans ce cas, des cellules provenant des cellules

(1) Du développement du tissu osseux, etc.

cartilagineuses ont perdu la propriété de faire du cartilage, dès que leurs capsules sont infiltrées de sels terreux.

2° Dans l'ossification accidentelle des cartilages le processus est entièrement semblable, comme j'ai pu m'en assurer dans plusieurs cas d'ossification du cartilage thyroïde, consécutive à des laryngites tuberculeuses ou survenues par les progrès de l'âge. Dans ces cas, l'ossification est encore précédée d'une infiltration calcaire des capsules, et la prolifération cellulaire, se faisant alors dans des capsules calcifiées, aboutit à la formation de cellules médullaires jeunes ou indifférentes qui, continuant de se multiplier, forcent les espaces qui les contiennent de s'agrandir par résorption de leurs couches internes.

3° Les tumeurs cartilagineuses subissent souvent l'infiltration calcaire de leurs éléments. Dans certains cas, cette modification aboutit à la destruction partielle du cartilage de nouvelle formation; à la place des portions détruites, on trouve alors des tissus de nature variée. J'ai observé ces faits dans plusieurs cas; je vais en donner un qui les résume tous.

Une tumeur volumineuse de l'extrémité supérieure du tibia droit, pour laquelle M. Richet pratiqua l'amputation de la cuisse le 2 mai 1865, me fut confiée pour en faire l'examen microscopique. Elle est constituée par de nombreux lobules cartilagineux ayant de 1 à 4 centimètres de diamètre, séparés les uns des autres par du tissu fibro-cartilagineux. Les petits lobules cartilagineux ont tous une constitution à peu près analogue. Formés d'une substance hyaline à leur périphérie, on remarque à leur centre une cavité à bords anfractueux, remplie d'une matière molle, jaune rougeâtre, graisseuse ou résistante et d'apparence fibreuse. La paroi de cette cavité, pour tous les lobules, est formée d'une substance ossiforme d'épaisseur variable, entre 1/2 et 3 millimètres, se perdant peu à peu dans la couche périphérique hyaline. Sur des coupes fines, comprenant un ou plusieurs lobules, on peut sur des portions fraîches, ou sur des portions macérées dans l'acide chromique et traitées par la solution iodée, distinguer au microscope les parties suivantes : dans les parties transparentes, de grandes capsules de forme très-nette, ayant de 0,04 à 0,1 de millimètre, contenant chacune une cellule, la remplissant complétement, quand aucun réactif n'a été employé. Ces cellules se ratatinent quand on ajoute à la préparation, de l'eau,

de la glycérine, de l'acide acétique ou de la solution iodée. C'est à l'accumulation du liquide réactif qu'est due la modification survenue dans la cellule cartilagineuse, car les chondroplastes qui ont été ouverts dans une faible partie de leur étendue par le hasard de la coupe contiennent des cellules globuleuses dans lesquelles on peut encore distinguer des noyaux.

A côté des capsules simples, dont il vient d'être question, se trouvent de grandes capsules mères contenant des capsules filles à divers degrés de développement. Mais on ne rencontre pas des capsules ayant dans leur intérieur plusieurs cellules libres, c'est-à-dire non entourées de capsules propres.

Dans les portions calcifiées, on observe encore des capsules de cartilage : seulement celles-ci sont infiltrées de sels terreux. Des granulations calcaires occupent aussi la substance fondamentale, mais on n'en remarque aucune dans les cavités capsulaires, ni dans les cellules. Les cellules contenues dans les capsules calcifiées continuent de se multiplier, mais elles ont perdu la propriété de former autour d'elles de la substance cartilagineuse, de telle sorte qu'elles sont accumulées en nombre variable de deux à cinquante et même plus dans une même cavité capsulaire.

En même temps que ces cellules se multiplient, les capsules qui les contiennent s'agrandissent et arrivent à communiquer les unes avec les autres, tandis que la substance calcifiée se résorbe. C'est ainsi que sont formés ces espaces centraux, qui renferment les uns des cellules semblables à celles qui sont dans les capsules infiltrées, d'autres de ces cellules et des cellules adipeuses, d'autres enfin du tissu connectif.

B. — L'infiltration calcaire du cartilage n'est pas la seule condition qui fasse perdre aux cellules cartilagineuses leur propriété spéciale. L'irritation et l'inflammation du tissu cartilagineux semble dans quelques cas produire cet effet sans calcification préalable.

Entre autres observations, j'en ai recueilli une où ce phénomène s'est montré avec beaucoup de netteté dans les cartilages d'une articulation atteinte de tumeur blanche. Mais avant de l'exposer, je crois devoir décrire en quelques mots, les lésions cartilagineuses qu'on rencontre dans les affections scrofuleuses des jointures; car les auteurs qui se sont occupés de cette

question n'ont pas, selon moi, suivi d'une manière suffisante, l'évolution ou le processus de ces altérations; ils n'ont pas distingué les altérations secondaires des altérations primitives. Celles-ci consistent dans la destruction avec transformation graisseuse des cellules de cartilage (régression graisseuse de Virchow). Les cellules sont alors tuées sur place, car les couches successives, que l'on rencontre à l'état physiologique dans les cartilages articulaires, se retrouvent avec leur distribution ordinaire; seulement dans le stade le plus avancé de l'altération, les capsules ne sont plus représentées que par des groupes de granulations graisseuses. Ces faits s'observent sur des articulations atteintes de tumeur blanche avant l'invasion de l'inflammation suppurative, ou sur des cartilages détachés et flottants, qu'on trouve parfois dans des articulations atteintes d'arthrocace avancée.

Mais lorsque des fistules se sont établies sous l'influence d'une inflammation franche, on voit les cellules, qui ont échappé à la destruction granulo-graisseuse, devenir le point de départ d'une multiplication très-active, comme dans les arthrites aiguës, simples ou rhumatismales. La substance fondamentale subit alors la segmentation, et au milieu d'elle on remarque des groupes de petites capsules rassemblées en grand nombre. Les portions de cartilage qui ont échappé à la destruction graisseuse peuvent disparaître maintenant par un processus d'une nature entièrement différente, la transformation velvétique.

Dans les cas habituels, les capsules qui restent encore emprisonnés dans la substance fondamentale ont des parois très-distinctes et ne se colorent que faiblement par l'iode, tandis qu'avec le même réactif, les cellules qu'elles contiennent prennent une coloration brune intense. Dans quelques cas pourtant, les choses se passent d'une manière un peu différente, les cellules de nouvelle formation ne s'entourent plus de capsules secondaires, mais donnent lieu au développement d'autres tissus.

Un jeune malade, atteint depuis plusieurs années d'une coxalgie suppurée avec fistule et luxation succomba à la suite d'une tuberculose miliaire aiguë. A l'autopsie, on trouva l'articulation malade presque complétement détergée; deux lambeaux de fongosités caséeuses se distinguaient encore. J'ai

trouvé une seule portion cartilagineuse du volume d'un pois sur la cavité cotyloïde. Dans celle-ci on trouve, distribuées dans une substance fondamentale hyaline irrégulièrement segmentée, des cavités ayant en moyenne 0,3 de mill. contenant les unes des capsules en grand nombre renfermant chacune une cellule, d'autres des cellules rondes non entourées de capsules et ayant des noyaux très-nets; certaines de ces cavités sont remplies d'un liquide visqueux dans lequel on découvre des cellules rondes semblables aux précédentes, et d'autres cellules étoilées ayant des prolongements ramifiés s'anastomosant avec des prolongements semblables venus des cellules voisines. Quelques-unes de ces cellules ramifiées dans lesquelles on observe des noyaux ovoïdes, ont des prolongements non anastomotiques. Ce tissu de nouvelle formation, développé au sein même d'un cartilage, a de grandes analogies avec celui que les Allemands désignent sous le nom de tissu connectif muqueux.

Il s'est donc fait, dans ce cas, sous l'influence d'une irritation formative, des cellules qui ont perdu la propriété de former autour d'elles de la substance de cartilage, sans que la calcification soit intervenue.

RECHERCHES SUR LA TRANSMISSION DES IMPRESSIONS DE TACT, DE CHATOUILLEMENT, DE DOULEUR, DE TEMPÉRATURE ET DE CONTRACTION (SENS MUSCULAIRE) DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE

PAR LE DOCTEUR

BROWN-SÉQUARD

(Troisième article (1).

Je crois que les faits exposés dans les deux premières parties de ce travail suffisent à confirmer l'exactitude des opinions que

(1) Voyez les numéros précédents, Janvier, 1863, p. 124, et Avril 1863, p. 232.

j'ai émises à l'égard de la transmission des impressions sensitives dans la moelle épinière. Peut-être pourrais-je donc me dispenser de rapporter ici de nouvelles observations cliniques à l'appui de ces opinions si, d'une part, il n'importait de publier tous les faits capables de servir à l'acceptation de doctrines nouvelles, dont l'exactitude n'est pas encore généralement reconnue, et si, d'une autre part, les observations que je vais rapporter n'avaient chacune quelques traits particuliers rendant leur publication intéressante et utile.

La première des observations qui suivent est importante, plus encore que toutes les autres, à ce double point de vue de sa valeur démonstrative à l'appui de plusieurs doctrines nouvelles, et de l'intérêt de quelques traits particuliers qu'elle présente.

OBS. XIII. — *Anesthésie à la douleur, au toucher, au chatouillement et à la température, avec conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire* A GAUCHE; *paralysie complète avec hyperesthésie* A DROITE.

Mary-Ann Corcoran, âgée de 22 ans, fut admise à *The London Hospital,* service de M. Maunder, le 15 septembre 1862. Elle rapporte avoir reçu une blessure d'un coup de couteau de poche à la partie postérieure et inférieure du cou. Elle tomba immédiatement, et, comme il lui fut impossible de marcher, on la porta à l'hôpital.

On trouve au cou une blessure par incision, transversale, d'un tiers de pouce anglais environ, un peu à gauche de la ligne médiane, au niveau de la dernière vertèbre cervicale. Il y a une *paralysie complète du mouvement du membre abdominal droit, qui cependant, loin d'avoir perdu la sensibilité, a une hyperesthésie manifeste.* Il y a, au contraire, *perte complète de la sensibilité dans le membre abdominal gauche, qui cependant n'est nullement paralysé du mouvement.*

Il y a une paralysie partielle du mouvement dans le membre thoracique droit. La malade peut aisément soulever le bras, mais elle ne peut pas serrer avec force avec la main de ce côté. Le membre thoracique gauche est doué de beaucoup de force.

En plaçant la main sur le tronc ou sur les membres abdominaux de la malade, on observe une différence remarquable de température entre le côté droit et le côté gauche, différence qui a été constatée par tous ceux qui ont examiné la malade. Quelques-uns ont cru que la température du côté droit, côté de la paralysie du mouvement, était de dix degrés Fahr., au-dessus de celle du côté gauche, côté anesthétique; mais lorsqu'on appliqua le thermomètre, on ne trouva qu'une différence de deux degrés Fahr. en faveur du côté droit.

On observe un peu de constriction des paupières, avec resserrement de la pupille à droite.

Il y a sur la fesse gauche une rougeur diffuse comme celle qui précède les ulcères au sacrum. Il y a incontinence d'urine et passage involontaire des matières fécales. L'urine est ammoniacale.

Je vis la malade, pour la première fois, le 28 septembre, treize jours après la blessure. Tous les symptômes mentionnés ci-dessus existaient, à l'exception du passage involontaire des fèces et de l'urine : le rectum et la vessie avaient complétement recouvré leurs fonctions, et, de plus, l'urine était redevenue normale. La malade se plaignait de douleurs très-vives, mais purement subjectives, qui lui semblaient provenir du tronc et du membre abdominal du côté gauche, côté anesthétique. Ces douleurs, spontanées et ressemblant beaucoup à celles qui paraissent provenir des deux petits doigts après un coup violent au coude sur le nerf cubital, n'étaient ni augmentées, ni diminuées, ni modifiées en aucune façon par les mouvements volontaires des diverses parties de ce membre, ou par de fortes pressions, ou des frictions sur ces parties, ou encore par des mouvements forcés de flexion ou d'extension que l'on a fait subir au pied, à la jambe et à la cuisse pour s'assurer que ce membre était complétement privé de sensibilité. L'anesthésie y était, en effet, absolument complète, et ces douleurs, qui n'ont du reste commencé à se faire sentir que quelques jours après la blessure, étaient évidemment dues à la cause ordinaire des douleurs et autres sensations subjectives, que les malades croient provenir des membres et d'autres parties périphériques, dans les maladies de la moelle épinière ou de la base de l'encéphale, c'est-à-dire une inflammation ou une congestion considérable qui, dans le cas de cette malade, est survenue quelques jours après la blessure dans les parties lésées de la moelle épinière.

Il y avait *de l'hyperesthésie tactile dans toute la longueur du membre abdominal* DROIT *et dans la moitié* DROITE *de l'abdomen et du thorax,* au-dessous d'une ligne transversale semi-circulaire passant par le creux de l'aisselle et la mamelle. La malade sentait distinctement les deux pointes de l'æsthésiomètre à la distance de 6/10e et même de 5/10e de pouce anglais sur la jambe et sur le pied. Elle jugeait, avec une facilité remarquable, de la forme des corps que l'on appliquait sur les parties hyperesthésiées. La *sensibilité au froid et à la chaleur, ainsi que la sensibilité à la douleur* (pincement, piqûre, pression, etc.), *étaient manifestement augmentées dans toutes les parties où il y avait de l'hyperesthésie du sens du toucher.* Le *chatouillement de la plante du pied droit était aussi senti beaucoup plus vivement qu'à l'état normal,* bien qu'il ne provoquât que de très-faibles mouvements réflexes limités aux orteils.

La malade reconnaissait parfaitement et immédiatement quel était le point des parties hyperesthésiées que l'on touchait, que l'on pinçait, que l'on chatouillait, ou sur lequel on appliquait de l'eau froide ou de l'eau chaude.

Dans toute l'étendue du membre abdominal GAUCHE, ainsi que dans les parties du tronc même du côté correspondant à celles de droite où il y

avait de l'hyperesthésie, il y avait PERTE ABSOLUMENT COMPLÈTE *des quatre espèces de sensibilité, au froid et à la chaleur, à la douleur* (piqûre, pincement, compression, mouvements violents ou forcés des articulations, etc.), *au toucher et au chatouillement.*

Dans le membre inférieur DROIT, *le mouvement volontaire étant absolument perdu,* il ne fut pas possible de s'assurer si le *sens musculaire* était aussi entièrement perdu. Sans aucun doute pourtant, *il était au moins notablement diminué,* car, lorsque la malade avait les yeux fermés, elle ne pouvait pas indiquer avec exactitude la position que l'on donnait à ce membre. On a constaté, au contraire, à plusieurs reprises, dans le membre abdominal GAUCHE, l'existence des différents signes qui indiquent la *persistance à l'état normal du sens musculaire.* Ainsi, sans regarder et sans toucher ce membre, la malade savait parfaitement dans quelle position il était; elle pouvait, à volonté, le fléchir ou l'étendre et diriger, promptement ou lentement, sans s'aider de la vue, tous les mouvements du pied, de la jambe ou de la cuisse; elle pouvait aussi apprécier le degré de résistance que l'on opposait quelquefois à ces mouvements, et juger, comme à l'état normal, de la légèreté ou de la lourdeur des objets que l'on plaçait sur ce membre.

Dans les parties supérieures de la poitrine recevant leurs nerfs du point lésé à la moelle épinière, il y avait *diminution de la sensibilité des deux côtés,* dans une zone circulaire peu considérable. La sensibilité à la chaleur et au froid était diminuée dans les deux membres thoraciques (1).

Près de la ligne médiane, en avant et en arrière, sur l'abdomen et la partie inférieure du thorax, ainsi que le long de la colonne vertébrale, il y avait à gauche (côté anesthétique) un peu de sensibilité dans une étendue d'environ un demi-pouce de la ligne médiane; tandis qu'à droite (côté hyperesthétique), dans le même espace, la sensibilité était moindre qu'au membre abdominal et à l'abdomen du même côté.

Dans les parties du corps situées au-dessus du niveau de la blessure, je constatai les particularités suivantes :

1° La pupille droite était manifestement plus étroite que la gauche, mais elle était mobile;

2° Les paupières étaient rapprochées l'une de l'autre à droite, mais la malade pouvait, pour un instant, par un effort de la volonté, ouvrir l'œil de ce côté à bien peu près, sinon tout autant que l'autre;

3° La conjonctive droite était rouge, et l'on y voyait beaucoup plus de vaisseaux que dans la conjonctive gauche. L'oreille droite était aussi plus rouge que la gauche;

4° Le pouvoir visuel était le même dans les deux yeux, et il n'y avait ni diplopie ni strabisme;

5° La face et l'oreille à droite étaient plus chaudes qu'à gauche. La température de l'oreille droite était de 95° Fahr. (35° cent.); celle de la gauche, dans une expérience, 93° Fahr. (33°,89 cent.), et dans une autre,

(1) Les autres espèces de sensibilité étaient aussi un peu diminuées dans plusieurs parties de ces deux membres. J'ai malheureusement perdu mes notes à ce sujet.

93°,5 Fahr. (34°,12 cent.). La température de la chambre était de 68° Fahr. (20° cent.) ;

6° Il y avait une contracture très-légère des muscles de la face à droite ;

7° La peau de la face était hyperesthétique à la douleur et au toucher à droite : la malade y sentait les deux pointes de l'esthésiomètre à la distance de 6/10 de pouce anglais, tandis qu'il fallait les écarter de plus d'un pouce pour qu'elles fussent toutes deux senties à gauche. La sensibilité tactile de la langue était très-légèrement et presque également augmentée des deux côtés. Il n'y avait pas d'altération du sens du goût ;

8° Il y avait de l'hyperesthésie et de la douleur à la peau du cou à droite, et la malade y sentait les deux pointes de l'esthésiomètre même à la distance de 6/10 de pouce anglais, tandis qu'elle ne commençait à les sentir sur la même partie à gauche que lorsque leur écartement était de 1 pouce 1/10 ;

9° Dans une zone transversale peu considérable, à la partie supérieure de la poitrine, il y avait de l'hyperesthésie tactile des deux côtés, mais à un bien moindre degré à gauche qu'à droite. La distance limite de sensation des deux pointes était de 9/10 de pouce anglais à gauche et de 5/10 de pouce à droite.

J'ai étudié avec soin les mouvements respiratoires, et je n'ai pas trouvé la moindre différence entre les deux côtés de la poitrine. Ces mouvements étaient normaux quant à leur rhythme, à leur fréquence et à leur amplitude.

Le 30 septembre, les douleurs subjectives dans le côté gauche étaient encore très-vives. Le mois suivant, ces douleurs diminuèrent, et la malade acquit graduellement une sensibilité assez notable dans les parties qui avaient été complétement anesthétiques, et un peu de mouvement volontaire dans le membre paralysé. Examinée de nouveau à cette époque sous le rapport de la faculté de reconnaître le point touché, on trouva qu'elle se trompait quelquefois, et croyait qu'on touchait le pied gauche lorsqu'on touchait le droit, et que de plus elle ne savait pas toujours quelle partie du pied était touchée.

J'ai vu la malade plusieurs fois quelques mois plus tard, et je l'ai fait voir à un grand nombre de médecins après une de mes leçons à mon hôpital. Elle avait acquis un peu plus de sensibilité dans le membre inférieur gauche et un peu plus de mouvement volontaire dans le droit ; mais l'amélioration à l'égard du mouvement volontaire avait été enrayée par la production de mouvements spasmodiques suivis de contracture dans ce membre. Les symptômes observés à la face persistaient, mais peut-être à un degré un peu moindre.

La malade, depuis le jour où je l'ai vue pour la première fois, a été traitée par de l'iodure de potassium, de la belladone et de l'ergot de seigle.

La malade de l'observation qui précède a été vue non-seulement par M. Maunder, chirurgien distingué du *London Hospital*, dans le service duquel elle a reçu des soins, mais par mes amis les docteurs R. Mc Donnell, de Dublin, J. S. Rams-

kill, J. H. Jackson, Victor Bazire et M. J. C. Wordsworth, ainsi que par un grand nombre de médecins, de chirurgiens et d'étudiants du *London Hospital*, et, plus tard, par ceux qui suivaient mon cours à mon hôpital. Les détails de l'observation ont été en partie recueillis par M. James Jackson, interne du *London Hospital*. J'ai vu la malade six ou sept fois, et je me suis assuré de la manière la plus positive de la parfaite exactitude de tous les faits que mentionne l'observation.

Il est impossible de trouver une observation ressemblant plus que celle-là à l'expérience qui consiste à couper une moitié latérale de la moelle épinière au niveau de la dernière vertèbre cervicale ou de la première dorsale chez un mammifère. On y trouve en effet, dans le membre abdominal, du côté de la section présumée : 1° paralysie des mouvements volontaires; 2° hyperesthésie; 3° élévation de la température. Dans le membre abdominal, du côté opposé, on trouve, au contraire : 1° conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire; 2° anesthésie absolument complète; 3° diminution relative de la température. Mais l'observation a plus de valeur que les expériences sur les animaux, parce qu'on a pu, non-seulement s'assurer de la persistance de chacune des quatre espèces de sensibilité (tact, douleur, chaleur et froid, et chatouillement), mais encore reconnaître l'existence d'une augmentation morbide de chacune d'elles, et même mesurer le degré d'augmentation de l'une d'elles, ce qui est impossible chez les animaux.

Je ne crois pas que l'on puisse douter que chez cette malade la moitié latérale droite a été coupée transversalement, à peu près au niveau de la première vertèbre dorsale, très-probablement entre cette vertèbre et la septième cervicale. Le doute, en effet, ne semble pas possible quand on tient compte : 1° du siége de la plaie de la peau; 2° des phénomènes observés à la face et aux yeux; 3° de l'existence d'un certain degré d'anesthésie à droite comme à gauche dans les parties du corps, recevant leurs nerfs de la moelle au niveau de la dernière vertèbre cervicale et de la première dorsale; 4° enfin des phénomènes observés dans les membres abdominaux.

J'ajouterai qu'il est très-probable, qu'en outre de la section transversale de la moitié latérale droite de la moelle, il y a eu aussi une section transversale d'une très-petite partie du cor-

don postérieur gauche, l'instrument ayant sans doute pénétré dans le rachis, un peu à gauche de la ligne médiane.

Négligeant pour le moment d'autres conclusions que l'on peut tirer de cette observation, je crois qu'elle démontre clairement que les conducteurs des impressions sensitives de température, de chatouillement, de tact et de douleur, s'entre-croisent à une très-petite distance de leur point d'entrée, dans la moelle épinière, tandis qu'il n'en est pas ainsi pour les conducteurs du sens musculaire et pour ceux des ordres de la volonté aux muscles.

Je reviendrai plus loin sur les particularités relatives à l'existence de deux zones transversales (circulaires) : l'une anesthétique, l'autre hyperesthétique, et aussi sur l'état de la sensibilité au voisinage de la ligne médiane en avant et en arrière.

Beaucoup de faits pathologiques paraissent démontrer que lorsque la moelle épinière ou la base de l'encéphale sont atteintes d'inflammation, il survient, dans les fibres nerveuses servant à la sensibilité et passant par la partie enflammée du centre nerveux, un changement particulier en vertu duquel le malade perd la faculté de reconnaître distinctement de quel point de la peau provient une impression sensitive se propageant par ces fibres nerveuses. C'est ce qui a eu lieu chez la malade de l'observation précédente, qui, plusieurs semaines après la blessure, ne pouvait plus reconnaître parfois distinctement quel était l'orteil ou même quel était le pied que l'on touchait, tandis qu'avant les changements produits dans la moelle épinière par l'inflammation, elle reconnaissait toujours et très-aisément, au contraire, quelle était la partie du membre abdominal droit que l'on touchait, que l'on pinçait, que l'on chatouillait, etc.

Dans l'observation suivante, qui vient d'être publiée (1) par un très-ingénieux physiologiste et très-habile médecin, le Dr C. Bland Radcliffe, bien que certains phénomènes n'aient pas été étudiés avec tout le soin désirable, les principaux traits viennent à l'appui des conclusions auxquelles m'ont conduit les expériences sur les animaux.

(1) Voyez le journal *The Lancet*, n° du 27 mai 1865.

Obs. XIV. — *Anesthésie à la douleur, au toucher, au chatouillement et à la température, avec conservation partielle des mouvements volontaires* A DROITE *paralysie complète avec hyperesthésie* A GAUCHE.

William W., âgé de 40 ans, maître d'hôtel à bord du *yacht* de lord Dufferin, fut admis à l'hôpital de Westminster, service du Dr Radcliffe, le 16 février 1865. — Il est bien bâti, très-musclé, un peu au-dessous de la taille et du poids moyens. Il dit qu'il n'a aucune puissance sur ses jambes, dont les muscles sont pourtant fermes et bien développés. *Le membre inférieur* GAUCHE, *qui est un peu plus chaud que le droit, est complétement paralysé du mouvement volontaire.* Le chatouillement de la plante du pied gauche ne produit que de très-faibles mouvements réflexes dans les orteils. Au contraire, *le malade lève aisément le membre inférieur* DROIT *et le meut en toutes directions.* Des mouvements réflexes, s'étendant à toutes les parties de ce membre, ont lieu quand on chatouille la plante du pied. Les mouvements volontaires de ce membre sont cependant bien plus faibles qu'ils ne devraient être, mais ils sont assez forts pour réclamer un degré considérable de force lorsqu'on veut les empêcher.

Le malade reconnaît sans difficulté si l'on touche le membre inférieur gauche par un, par deux ou par trois doigts, même lorsque ceux-ci ne sont séparés que par un très-petit intervalle. Dans le membre droit, d'après les mêmes expériences, le sens du toucher est absent.

Dans le membre *gauche,* un léger pincement ou une piqûre légère donnent origine à une vive douleur; dans le *droit,* les piqûres ou pincements faits avec une extrême violence (*roughest*) ne produisent aucune douleur.

Dans le membre *gauche,* le froid ou la chaleur, appliqués à un degré modéré, au moyen d'éponges imbibées d'eau à différentes températures, produisent une sensation désagréable de chaleur ou de froid, hors de proportion avec la température réelle. Dans le membre *droit,* la différence peut à peine être sentie entre une température, à peine inférieure à celle de l'eau bouillante et la température de la glace fondante.

Dans le membre *gauche,* le chatouillement provoque une sensation insupportable d'irritation, tandis que dans le *droit* il ne cause aucune sensation.

Dans le membre gauche, la sensibilité au toucher, à la douleur, au chatouillement et aux différences de température, est donc exaltée. tandis que dans le droit, ces diverses sensibilités sont presque annihilées. D'un autre côté, la sensibilité musculaire, recherchée par le procédé ordinaire d'une pression considérable, paraît être absente dans le membre *gauche* et présente dans le membre *droit.* En d'autres termes, le sens musculaire existe dans le membre qui possède le mouvement volontaire et manque avec le mouvement volontaire dans l'autre membre, ce qui est tout à fait l'inverse de ce qui s'observe quant à la sensibilité cutanée. Dans les deux membres conséquemment, il y a les différences que voici :

Phénomènes.	Membre gauche.	Membre droit.
Mouvement volontaire. . .	Nul.	Diminué seulement.
d° réflexe.	Presque nul. .	Augmenté. . . . .
Sens du toucher.	Augmenté. . .	Nul. . . . .
d° de la douleur.	d° . . .	d°. . . . .
d° du chatouillement. . .	d° . . .	d°. . . . .
d° de la température. . .	d° . . .	d°. . . . .
d° musculaire.	Presque nul. .	Normal. . . . . .
Chaleur de la peau.	Augmentée. . .	Naturelle. . . . . .

Le malade se plaint d'un peu de douleur à la partie lombaire de la moelle, et d'une sensation de constriction entre l'ombilic et le pubis. Il a perdu tout contrôle sur la vessie et le rectum, et il n'a eu ni érection ni appétit sexuel depuis le commencement de la maladie. A d'autres égards, sa santé est bonne.

La maladie a commencé il y a quinze jours par de la douleur dans les lombes et une douleur aiguë dans le mollet de la jambe gauche. Le jour suivant, il y avait une sensation de constriction circulaire autour de la partie inférieure de l'abdomen, et la douleur du mollet gauche s'était étendue au membre entier. Les deux membres devinrent ensuite très-faibles, particulièrement le gauche. Deux ou trois jours après, la station debout était devenue impossible, et le malade fut obligé de garder le lit. Il y avait aussi perte de sensibilité du membre inférieur droit, et il était nécessaire de passer un cathéter pour vider la vessie, mais il n'y avait plus guère de douleur.

Il est probable que l'exposition au froid a été la cause excitante de cette maladie que des excès sexuels avaient préparée, chez un homme qui avait eu jusque-là une bonne santé et qui avait été très-modéré dans sa manière de vivre quant aux aliments et aux boissons.

On lui ordonna de bons aliments et du porter, de l'hypophosphite de soude à la dose de dix grains et de l'huile de foie de morue, et, en outre, un vésicatoire sur la portion lombaire du rachis.

Le 6 mars, il y avait un peu de rougeur et de gonflement avec de la douleur à l'extrémité du sacrum. L'urine est un peu épaisse et le sommeil est troublé par le besoin d'uriner.

Le 18, il y avait plus de mouvement réflexe, mais pas trace de mouvement volontaire dans la jambe gauche; dans la droite, il y avait moins de mouvement réflexe et une trace très-faible des quatre formes de sensibilité cutanée. Il n'y a pas de différence évidente de température entre les deux jambes.

Le 28, le malade peut mouvoir notablement la jambe gauche, et la sensibilité cutanée s'est augmentée de beaucoup depuis le 18.

Le 6 avril, il va bien mieux à tous égards, et on lui ordonne de se lever et d'essayer de se promener.

Le 15, il peut aller d'une extrémité à l'autre de la salle à l'aide de deux bâtons. Il n'y a maintenant que très-peu de différence entre les deux membres inférieurs quant à la sensibilité et au mouvement.

Le 26, la faculté de marcher est très-améliorée, et il peut même se tenir pour un instant sur l'un ou l'autre membre sans le secours d'un bâton. La

sensibilité des deux membres est maintenant normale, excepté que, sur la face interne de la cuisse droite et sur la fesse droite, le chatouillement produit une sensation très-désagréable. En outre, une différence marquée de température, telle que celle existant entre de l'eau presque bouillante et de l'eau à la température de la salle, n'est pas appréciée par le malade, bien que la sensibilité au toucher et à la douleur dans ce membre (le droit) semble être presque normale. La vessie est encore paresseuse, et le rectum n'est pas tout à fait sous le contrôle de la volonté; mais ces deux organes s'améliorent rapidement. La principale complainte du malade, est maintenant, la persistance d'une sensation désagréable de constriction autour de l'abdomen.

En étudiant comparativement l'observation qui précède et les résultats d'une section transversale partielle de la moelle épinière chez les animaux, il est impossible de trouver d'autre explication des symptômes observés par le Dr Radcliffe que celle qu'il en a lui-même donnée, à savoir que la moitié latérale gauche de la moelle était le siége principal de la lésion. En effet, l'anesthésie du membre inférieur droit, d'une part, et, d'autre part, l'élévation de la température, l'hyperesthésie des sens du toucher, de la douleur, du chatouillement et de la température, et la perte complète des mouvements volontaires dans le membre inférieur gauche, sont des symptômes que rien ne peut expliquer qu'une lésion de la moitié latérale gauche de la moelle au-dessus du renflement lombaire. Mais la diminution des mouvements volontaires du membre inférieur droit montre que la moitié latérale droite de la moelle a aussi été lésée. La soudaineté de l'affection et la rapidité, ainsi que le degré si considérable de l'amélioration, conduisent à faire admettre que le malade a été atteint d'hémorrhagie intra-médullaire, et que le retour à la santé a été dû à l'absorption du sang épanché. L'état de la vessie et du rectum, ainsi que plusieurs autres symptômes, montrent que le siége de l'hémorrhagie a dû être surtout la substance grise à la hauteur de la dixième vertèbre dorsale.

Je ne dirai que quelques mots des assertions singulières que contient l'observation précédente à l'égard de la sensibilité musculaire et du sens musculaire. Il est évident que toute cette partie de l'observation est complétement inexacte. Je ne puis m'empêcher de croire que cette partie a été rédigée par un élève ignorant, et que le Dr Radcliffe l'a publiée sans l'avoir lue attentivement. Il me semble, en effet, impossible qu'un

observateur aussi instruit que ce physiologiste et médecin distingué ait commis la faute de confondre la sensibilité à la douleur des muscles avec le sens musculaire. Il est infiniment probable aussi que c'est le même élève qui a écrit *gauche* pour *droit* et *droit* pour *gauche* dans la phrase suivante : « La sensibilité musculaire recherchée par le procédé ordinaire d'une pression considérable paraît être *absente dans le membre* GAUCHE *et présente dans le membre* DROIT. »

Un fait intéressant a été signalé par le Dr Radcliffe : son malade, après avoir recouvré presque complétement la sensibilité au toucher, à la douleur et au chatouillement dans le membre inférieur droit, y avait encore une anesthésie complète, ou à bien peu près, du sens de la température. Ce fait, de même que plusieurs autres que j'ai rapportés dans mon ouvrage sur les centres nerveux (*Course of Lectures on the Physiology and Pathology of the Nervous Centres*, p. 125 et suiv.), conduit à l'opinion que le lieu de passage des conducteurs des impressions de température dans la moelle épinière diffère de celui des conducteurs des autres impressions sensitives. La même conclusion ressort aussi des symptômes étudiés d'une manière si rigoureuse par mon savant élève et ami, le Dr Victor Bazire, chez un malade qu'il m'a fait voir à Londres et dont voici l'observation détaillée, telle qu'elle a été récemment publiée dans le journal *The Lancet* (n° V, vol. II, July 1865, p. 116). Je dois à M. Bazire lui-même la traduction de son observation.

OBS. XV. — *Anesthésie à la douleur, au toucher, au chatouillement et à la température, avec conservation entière des mouvements volontaires et du sens musculaire,* A DROITE; *paralysie incomplète, avec conservation de la sensibilité,* A GAUCHE.

F... C..., commerçant, 30 ans, de haute taille et fortement constitué, mais très-pâle, vint se faire soigner par moi en novembre 1864 au *National Hospital for the Paralyzed and the Epileptic.* Aucun membre de sa famille n'a été atteint de paralysie. Son père, mort du choléra il y a quelques années, avait joui jusque-là d'une santé excellente. Sa mère vit encore et jouit d'une bonne santé. Il s'est toujours bien porté luimême, excepté qu'en 1858 il eut des chancres huntériens sur le gland, suivis quelque temps après de maux de gorge et de roséole. Il n'a jamais eu de convulsions épileptiformes. Il avoue avoir mené une existence très-irrégulière, et avoir commis des excès vénériens.

En mai ou juin 1863 (il ne se rappelle plus exactement dans lequel de

ces deux mois), jouissant en apparence de la plus belle santé, il s'aperçut un matin, en sortant du lit, que son membre inférieur *gauche* était incomplétement paralysé. Il n'avait fait aucun excès la veille, et s'était mis au lit dans son état de santé habituel. Il eut considérablement de peine à descendre de sa chambre à coucher, sa jambe gauche traînant et cédant sous lui. Il n'avait point de rachialgie, de fourmillement dans le membre gauche ni d'engourdissement, etc. Du côté *droit*, les mouvements volontaires n'étaient pas diminués; mais, en prenant un bain chaud trois jours après, il remarqua que son membre inférieur, de ce côté, ne lui donnait aucune sensation de chaleur. Dès le début, il eut de la difficulté à uriner, et des selles involontaires.

Lorsque je le vis pour la première fois en novembre 1864, son intelligence était intacte, et il ne présentait aucune trace de paralysie de la face ou des extrémités supérieures. L'ouïe et la vision étaient excellentes, les pupilles égales, et il n'y avait point d'arc sénile. Le malade était obligé de se servir d'une canne en marchant et boitait considérablement, traînant la jambe gauche, qu'il ne pouvait soulever. Le membre abdominal *droit*, au contraire, se mouvait parfaitement bien, et le malade pouvait se tenir debout sur ce membre seul sans avoir aucun autre point d'appui. La motilité n'était donc affectée que dans le membre abdominal *gauche*, mais elle n'y était pas complétement détruite, car le malade pouvait, lorsqu'il était assis, opposer une certaine résistance aux mouvements que j'imprimais à ce membre. Les deux membres inférieurs paraissaient être bien développés; et, des deux côtés, la circonférence du mollet était de quinze pouces anglais. Au toucher, il n'y avait aucune différence de température entre les deux membres, et le malade n'en accusait aucune. En examinant les différentes espèces de sensibilités, à plusieurs reprises et à intervalles éloignés, je notai les remarquables différences énumérées dans le tableau suivant, différences constatées par le Dr Brown-Séquard, qui, lors de son passage à Londres en février 1865, eut la bonté d'examiner le malade avec moi.

Membre gauche (paralysé du mouvement.)	*Membre droit (non paralysé du mouvement).*
Le malade sent distinctement les deux pointes de l'esthésiomètre, appliquées à la partie antérieure de la cuisse, lorsqu'elles sont séparées par un intervalle d'un pouce et demi à deux pouces anglais.	Il ne perçoit que la sensation d'une des deux pointes, même lorsque celles-ci sont appliquées simultanément à une distance de six pouces l'une de l'autre.
La piqûre et le pincement sont parfaitement sentis, peut-être un peu plus vivement que dans les bras et le tronc.	La piqûre et le pincement ne donnent que des sensations obscures et faibles.

Membre gauche (paralysé du mouvement).	*Membre droit (non paralysé du mouvement).*
Des éponges imbibées d'eau chaude ou froide donnent respectivement la sensation normale de chaleur ou de froid.	La chaleur et le froid ne sont nullement perçus. Le contact d'une cuiller en métal, très-chaude, lui causa une fois de la *douleur*, mais sans lui donner une sensation de *chaleur*.
Il sent parfaitement lorsqu'on lui chatouille la plante du pied, et il ne se produit pas de mouvement involontaire (réflexe) du membre.	Il ne sent qu'à peine le chatouillement de la plante du pied avec la barbe d'une plume d'oie, bien que le membre se fléchisse alors involontairement (par action réflexe).
Le passage d'un courant magnéto-électrique à travers le membre y détermine de la douleur, qui est peut-être un peu plus marquée que celle que produit le même courant passant à travers un de ses bras.	Le passage du même courant à travers ce membre y cause à peine de la douleur. — Des conducteurs humides furent appliqués des deux côtés.
Un fort courant magnéto-électrique détermine de très-faibles contractions musculaires.	Le même courant fait contracter les muscles avec énergie.
Le malade reconnaît parfaitement les diverses positions dans lesquelles je place son membre, sans se servir de la vue. Il peut, les yeux fermés, fléchir ou étendre, lever ou abaisser ce membre, le rapprocher ou l'éloigner de l'autre avec précision et régularité, quoique avec beaucoup de faiblesse et de difficulté.	Je note les mêmes faits de ce côté-ci que de l'autre, avec cette réserve que les mouvements sont exécutés avec plus de force et de rapidité.
Les poids soulevés par cette jambe lui semblent plus lourds que lorsqu'il les soulève avec la jambe droite, bien qu'il puisse apprécier les différences de poids. Il distingue parfaitement aussi la résistance, la densité et la consistance des objets.	Les différences de poids, de résistance et de consistance des objets sont parfaitement perçues, ce qui démontre l'intégrité du sens musculaire.

En résumé donc, lorsque j'examinai le malade en novembre 1864, et à différentes reprises ensuite jusqu'en mars 1855, je notai : *du côté gauche, une paralysie incomplète du mouvement coexistant avec une intégrité parfaite de la sensibilité au toucher, à la douleur, au chatouillement et à la température et avec une conservation à bien peu près complète du sens musculaire.* Il semblait y avoir, de plus, un certain degré d'exaltation de la sensibilité à la douleur et au toucher, démontrée dans le cas du toucher par ce fait que le malade distinguait nettement les deux

pointes de l'esthésiomètre appliquées selon la longueur du membre, lorsque ces pointes n'étaient séparées que par un intervalle d'un pouce et demi à deux pouces, tandis que la distance limite normale est ordinairement plus considérable. *Du côté droit, au contraire, il n'y avait pas la moindre diminution du mouvement volontaire, tandis que la sensibilité au toucher, à la piqûre, au chatouillement et à un courant galvanique était considérablement diminuée, et la notion des différences de température était complétement perdue. Il n'y avait de normal qu'une seule espèce de sensibilité : — le sens musculaire.*

Ces différences remarquables entre les deux membres abdominaux ne s'étendaient pas au-dessus du pli de l'aine. Il n'y avait point de douleur spinale spontanée, et je n'en provoquai aucune en pressant fortement ou en percutant les apophyses épineuses des vertèbres. Il n'y avait pas non plus de sensation de constriction circulaire autour de l'abdomen. Le malade était très-constipé, mais il sentait parfaitement le passage des fèces. La vessie était affaiblie; la miction se faisait très-lentement, l'urine ne formait point un jet courbe comme à l'état de santé, et le malade était forcé d'uriner aussitôt qu'il en sentait le besoin. La puissance virile était presque entièrement perdue, et le malade n'avait que de rares et incomplètes érections.

En février 1865, un examen attentif fait avec le Dr Brown-Séquard, démontra qu'il n'y avait point d'amélioration appréciable dans l'état des diverses espèces de sensibilité du membre abdominal droit. Les mouvements volontaires du membre gauche étaient cependant exécutés avec plus de force; le malade traînait moins ce membre en marchant et pouvait accomplir certains actes qui lui étaient impossibles auparavant, tels que l'action de se mettre debout après s'être agenouillé, sans s'aider en s'appuyant sur quelque objet voisin.

Au commencement d'avril 1865, les points suivants furent notés : les mouvements volontaires du membre abdominal gauche ont continué à s'améliorer. Il n'y a plus maintenant de différence entre la sensibilité tactile des deux membres inférieurs. Le malade peut distinguer également bien, et à des distances égales, les deux pointes de l'esthésiomètre appliquées selon la longueur du membre. Le chatouillement est perçu également bien aux deux cuisses, mais la sensation est moins vive au pied droit et à la jambe droite qu'aux parties correspondantes du membre gauche. Lorsqu'on chatouille la plante du pied droit, l'on excite des mouvements réflexes très-marqués dans le membre du même côté; tandis que lorsqu'on chatouille la plante du pied gauche, l'on excite des mouvements réflexes bien moins considérables dans le membre correspondant. Le malade sent moins bien une piqûre du pied, de la jambe et des quatre cinquièmes inférieurs de la cuisse à droite, qu'une piqûre des parties correspondantes du membre gauche. Au cinquième supérieur des deux cuisses, la sensation perçue est la même des deux côtés. Des éponges imbibées d'eau chaude donnent *maintenant* une sensation de chaleur du côté droit, moins correcte toutefois que du côté gauche, et des corps métalliques froids causent aussi une impression de froid.

Mai 1865. — L'amélioration a continué à faire des progrès, mais le malade est encore loin d'être bien. Il traîne la jambe gauche en marchant, bien que celle-ci ait recouvré beaucoup de force, comme le prouve le fait qu'elle peut à elle seule supporter le poids du corps, pendant quelques minutes, lorsque l'autre jambe est soulevée. De *faibles* différences de température ne peuvent être appréciées; mais les autres espèces de sensibilité sont normales. — Le traitement a consisté dans l'administration pendant longtemps de l'iodure de potassium à la dose de cinq grains trois fois par jour, et pendant quelque temps de l'hypophosphite de soude, et dans l'usage de deux bains sulfureux par semaine. Dans ces derniers temps, le galvanisme a été employé, des conducteurs secs pour le membre *droit* (anesthétique) et humides pour le membre *gauche* (paralysé).

Dans l'observation qui précède, de même que dans les autres observations de ce mémoire, deux circonstances principales conduisent à admettre que la lésion siégeait dans une moitié latérale de la moelle épinière : 1° l'impossibilité d'expliquer autrement les symptômes ; 2° la similarité des symptômes à ceux qu'on observe chez les animaux après une section d'une moitié latérale de la moelle.

Il est extrêmement probable, nous pourrions dire certain, que le malade du Dr Bazire, ainsi qu'il le croit, a été atteint d'hémorrhagie intra-médullaire. La soudaineté de la paralysie, l'absence des signes spéciaux des autres affections de la moelle épinière et la rapidité de l'amélioration, conduisent inévitablement à cette opinion. La lésion n'avait pas atteint toute l'épaisseur de la moelle épinière, car la paralysie à gauche et l'anesthésie à droite n'ont jamais été absolument complètes.

Deux particularités fort dignes d'intérêt ont été étudiées avec soin par le Dr Bazire. L'une d'elles est la perte complète de sensibilité au froid et à la chaleur dans le membre abdominal droit qui, cependant, avait conservé un peu de sensibilité au toucher, à la douleur et au chatouillement. Je reviendrai plus tard sur les causes de cette différence entre les sensations de température et les autres sensations, et je me bornerai à dire maintenant : 1° que plusieurs faits paraissent démontrer que les conducteurs des impressions de température s'entre-croisent plus tôt que ceux des impressions de chatouillement et de tact ; 2° que quelques faits montrent que les conducteurs des impressions de température ne passent pas par la même partie de la moelle que les conducteurs des autres impressions sensitives.

L'autre particularité digne d'attention consiste en ce fait que le sens musculaire était à peine altéré du côté gauche, et ne l'était nullement à droite. Il est donc évident que la lésion avait à peine atteint la partie de la moelle où passent les conducteurs du sens musculaire. Il existe plusieurs cas non douteux de maladie de la moelle avec paralysie du sens musculaire sans perte du mouvement volontaire et sans anesthésie, démontrant que les conducteurs de ce sens passent par une partie qui leur est propre dans cet organe.

Dans le cas suivant, dont je ne puis donner qu'un très-court résumé d'après une lettre que j'ai reçue en 1861 du Dr George Kennion, de Harrogate, il y a eu probablement, comme dans le cas du Dr C. B. Radcliffe et du Dr V. Bazire (voyez ci-dessus : *observations* XIV et XV), une hémorrhagie dans la substance grise d'une moitié latérale de la moelle épinière, suivie d'un peu de myélite.

OBS. XVI. — *Anèsthésie, avec conservation partielle des mouvements volontaires*, A DROITE; *paralysie, avec conservation de la sensibilité*, A GAUCHE.

Un homme vigoureux, âgé de 36 ans, ayant commis de grands excès de tous genres, s'exposa au froid et à l'humidité et fut atteint de paraplégie, après avoir eu pendant trois ou quatre jours des douleurs générales. Le sphincter anal et la vessie étaient paralysés. Il y avait dans le membre abdominal droit de l'hyperesthésie et des mouvements spasmodiques qui cessèrent bientôt. On constata alors que *ce membre était anesthétique et que la paralysie des mouvements volontaires y était à un bien moindre degré que dans le membre gauche. Ce dernier avait conservé toute sa sensibilité*. Il y avait de la douleur à la pression, un peu à gauche des 7e et 8e vertèbres dorsales. La paralysie de la vessie et du sphincter de l'anus cessèrent au bout de quinze jours. Quelques mois plus tard la paralysie des deux membres abdominaux avait presque disparu; il n'y avait plus que de très-rares mouvements spasmodiques, et le retour de la sensibilité était si considérable qu'il pouvait reconnaître très-distinctement si l'on faisait des applications chaudes ou froides sur le membre droit.

Cette observation est certainement trop incomplète pour que nous puissions en tirer beaucoup de conclusions ; mais si l'on tient compte du fait qu'il y avait de la douleur à la pression à gauche de la colonne vertébrale, à la hauteur des 7e et 8e vertèbres dorsales, c'est-à-dire dans le même côté et au même niveau, où, d'après ce qu'enseignent les expériences sur les

animaux et plusieurs des faits pathologiques rapportés dans ce mémoire, il devait y avoir une lésion de la moelle épinière, il devient infiniment probable que la moitié gauche de cet organe au-dessus du renflement dorso-lombaire était le principal siége de la lésion chez le malade du Dr Kennion. Il y avait donc une lésion surtout de la moitié gauche de la moelle, déterminant de la paralysie surtout à gauche et de l'anesthésie à droite.

Dans le cas suivant, qui a été recueilli en partie par moi-même, en partie par mon très-laborieux assistant, le Dr J. Hughlings Jackson, auquel la médecine pratique doit de très-intéressants travaux, il y a eu, en outre de l'existence de la paralysie d'un côté et de l'anesthésie de l'autre, quelques particularités fort remarquables. Le malade a été observé par moi à mon hôpital en 1862; il y a été vu par mon savant collègue le Dr J.-S. Ramskill et par d'autres médecins. Tout récemment, le Dr J.-H. Jackson l'a examiné de nouveau avec soin.

OBS. XVII. *Anesthésie à la douleur, à la température, au toucher et au chatouillement, avec conservation du mouvement et du sens musculaire,* A DROITE; *hypéresthésie et paralysie, avec diminution du sens musculaire,* A GAUCHE.

T... R... fut admis dans mon service, en 1862, à l'hôpital des épileptiques et paralytiques de Londres, atteint de paralysie incomplète d'un côté du corps, avec anesthésie de l'autre côté. Le 8 avril 1841, étant en bonne santé, mais ayant un peu d'ivresse, il tomba en arrière en montant un escalier, et reçut un coup, dit-il, à la réunion de la partie cervicale avec la partie dorsale du rachis. Il perdit connaissance pour une ou deux minutes, et demeura quelque temps sans pouvoir parler, bien qu'il eût recouvré sa clarté d'esprit. Il n'y avait pas de paralysie de la face ni rien d'anormal à la tête. Comme il avait perdu le mouvement volontaire à gauche et qu'on l'avait placé sur la moitié droite du corps, il ne put faire aucun mouvement, bien que cette moitié du corps ne fût que partiellement paralysée (le membre inférieur beaucoup plus que le supérieur). Au bout d'une heure, il put parler et même crier très-haut. Après qu'on eut changé sa position, il s'aperçut qu'il ne pouvait pas mouvoir sa tête. Il n'avait pas la puissance de retenir son urine, et les fèces s'échappaient aussi involontairement. Le mouvement volontaire redevint promptement normal dans le côté droit, mais la faiblesse du cou persista pendant plusieurs mois, durant lesquels il eut à supporter sa tête avec sa main. Il fut admis à l'hôpital Saint-Thomas, où on lui appliqua des ventouses sèches derrière la tête, et il commença alors à mouvoir sa tête et à s'améliorer à d'autres égards.

Lorsque nous le vîmes à l'hôpital, en 1862, vingt et un ans après l'accident, il présentait les symptômes suivants :

1° A DROITE, *le mouvement volontaire est normal, mais depuis*

quelque temps le membre supérieur s'est amaigri; A GAUCHE. *il y eut d'abord une paralysie complète, mais maintenant le malade peut marcher en traînant la jambe, et peut serrer, mais sans force, les objets mis dans sa main. Le membre supérieur, de ce côté, peut exécuter tous les mouvements, mais aucun complétement, et tous avec lenteur, faiblesse et maladresse*. Le membre inférieur gauche n'a pas le mouvement de rotation, si fréquent dans l'hémiplégie par maladie cérébrale; la pointe du pied rase le sol quand il marche. *Il peut diriger parfaitement les mouvements des membres* DROITS : ainsi, par exemple (ses yeux étant ouverts ou fermés), il peut toucher avec un doigt le bout de son nez, le sommet de sa tête, etc. Il peut aussi mettre son pied avec précision là où il le veut : ainsi, par exemple, étant couché, les yeux fermés, il montre, à l'aide du gros orteil droit, quelle partie du pied gauche on touche;

2° *La sensibilité tactile est notablement augmentée* A GAUCHE. Ainsi, la distance limite de sensation des deux pointes de l'æsthésiomètre est de 7/10 de pouce anglais pour le dos du pied, de 8 à 9/10 pour la plante du pied, de moins de 2 pouces pour la jambe, de 2 pouces 1/5 pour la cuisse, et de 1 pouce pour le tronc. A DROITE, au contraire, *la sensibilité tactile est considérablement diminuée, et même* COMPLÉTEMENT PERDUE *dans presque toute l'étendue du tronc et du membre abdominal*. A la plante du pied, il y a un peu de sensibilité tactile, et il sent quelquefois qu'il est touché lorsqu'on applique l'æsthésiomètre, mais il ne peut pas dire si c'est par une pointe ou deux, lors même que les pointes sont à la distance de 3 pouces l'une de l'autre. Près du bout inférieur de l'omoplate gauche, il sent les deux pointes de l'æsthésiomètre à la distance de 2 pouces 1/10, tandis qu'il n'en sent qu'une à la partie correspondante à droite, même lorsque les deux pointes sont à 4 pouces 1/2 l'une de l'autre. *La sensibilité tactile est augmentée à la main* GAUCHE *et notablement diminuée à la main* DROITE, où cependant les doigts ont encore assez de sensibilité pour qu'il puisse s'en servir pour boutonner sa chemise;

3° *La sensibilité au chatouillement est très-vive* A GAUCHE, *et diminuée à un tel point* A DROITE, *qu'il lui arrive très-souvent de ne pas sentir du tout la barbe d'une plume promenée sur la peau;*

4° *La sensibilité à la chaleur et au froid est* PERDUE A DROITE *et augmentée* A GAUCHE. Il eut un frisson général lorsqu'on appliqua de la glace à gauche, et n'eut pas d'autre sensation que celle d'un chatouillement lorsqu'on en appliqua à droite. Il ne peut supporter, à cause de la terrible douleur (l'expression est de lui) qu'il en ressent, l'immersion du pied gauche dans de l'eau froide ou chaude;

5° *La sensibilité à la douleur est presque perdue dans les deux membres et au tronc* A DROITE *et très-exaltée* A GAUCHE, où le pincement est senti plus vivement qu'à l'état normal, et où même une pression peu forte sur les doigts cause de la douleur;

6° Lorsqu'il lui arrive, ce qui est rare, de sentir un contact, une pression, un chatouillement dans la moitié droite du corps, il sait quel est le point d'où provient la sensation. A gauche, il a une parfaite connaissance du point sur lequel est faite l'impression sensitive;

7° La vue de l'œil gauche n'est pas aussi bonne qu'elle l'a été; mais les

pupilles sont de mêmes dimensions. Dans les premiers temps après l'accident, la vue et l'ouïe du côté droit avaient été légèrement affectées;

8° Il souffre fréquemment, dans la moitié droite du corps, d'une sensation *subjective* d'excessive chaleur, qui se fait d'abord sentir au-dessus de la hanche et de là va à la jambe, et ensuite monte à l'épaule et au membre supérieur. Il commença à avoir des attaques de ce genre une ou deux semaines après sa chute. Elles se reproduisirent assez souvent pendant près d'un an, puis cessèrent pendant longtemps, et maintenant se remontrent à intervalles assez rapprochés. Cette sensation ne s'accompagne pas d'une élévation de température du membre, qui, au contraire, est quelquefois plus froid que l'autre. Dans un cas cependant où la température des deux espaces poplités a été prise, le Dr Jackson a trouvé à droite 97°,1 Fahr (36°,17 cent.), et, à gauche, 97°, 2 Fahr. (36°,22 cent.);

9° Le malade est atteint d'une affection convulsive, consistant en crampes, dans le côté gauche du corps (jamais à droite). Ces crampes se font souvent d'abord sentir au gros orteil, et montent de là le long du membre inférieur. Quelquefois le côté gauche tout entier est atteint de crampes;

10° Entre le bord postérieur de l'omoplate et la colonne vertébrale à gauche, il y a une proéminence considérable, mais sans déviation visible de l'épine vers ce côté. Au contraire, il y a peut-être une légère concavité du rachis à gauche dans l'étendue des deux dernières vertèbres cervicales et des deux premières dorsales;

11° Malgré son âge avancé (il a maintenant 61 ans), il jouit d'une assez bonne santé. Quand il lui arrive de se couper, la cicatrisation des plaies se fait également bien à gauche et à droite. Il est en général constipé, et est obligé de vider sa vessie rapidement quand le besoin s'en fait sentir, afin d'éviter une émission involontaire. Depuis l'accident, son pouvoir sexuel est resté faible. Il n'a jamais eu de difficulté à respirer, et, à l'époque où je l'ai vu pour la première fois, les mouvements respiratoires se faisaient aussi bien à gauche qu'à droite.

Si l'on tient compte de ce fait, que la section transversale de la moitié latérale gauche de la moelle épinière, chez les mammifères, au-dessus de l'origine des nerfs qui forment le plexus brachial, est suivie de symptômes essentiellement semblables à ceux de l'observation précédente, si l'on tient compte, en outre, de l'impossibilité d'expliquer les symptômes par la supposition d'une altération organique quelconque, autre qu'une lésion considérable de la moitié latérale gauche de la moelle cervicale, — on est conduit forcément à admettre que les symptômes dépendaient d'une telle lésion. Je ne veux pas discuter ici la question de savoir si la moelle a été comprimée ou coupée par une portion d'un os fracturé ou déplacé, ou si cet organe a été le siége d'une hémorrhagie, comme chez le

malade de M. South, dont nous donnerons l'histoire tout à l'heure (obs. XXI). Je me bornerai à dire que la lésion de la moelle a eu lieu plus haut que l'endroit où se trouve le gonflement au cou. L'absence d'anesthésie dans le membre thoracique gauche, l'existence d'une paralysie du mouvement volontaire et du sens musculaire dans ce membre; et, d'un autre côté, l'anesthésie avec conservation du mouvement volontaire et du sens musculaire dans le membre thoracique droit, montrent clairement que la lésion est au-dessus des origines du plexus brachial.

Cette observation a ceci de remarquable que la durée de la vie semble ne pas devoir être abrégée, malgré une lésion considérable de la moelle épinière à la région cervicale. Elle montre aussi (ce qui explique la persistance de la vie) qu'aucune des grandes fonctions organiques, pas même la respiration, n'est perturbée, au moins d'une manière notable, par une lésion qui a été, à l'origine, l'équivalent d'une section transversale complète d'une moitié latérale de la moelle épinière, non loin de la moelle allongée.

Chez le malade de l'observation qui précède, il nous reste à signaler : 1° le retour bien plus marqué du mouvement volontaire que de la sensibilité; 2° l'absence des signes de paralysie du nerf grand sympathique cervical, due probablement à la même cause que le retour partiel du mouvement volontaire, c'est-à-dire à la reproduction de conducteurs nerveux altérés ou coupés; 3° la persistance de l'hypéresthésie du côté de la lésion de la moelle, pendant vingt-quatre ans; 4° l'existence de l'affection convulsive que j'ai appelée *épilepsie spinale*, et qui n'existe que dans des membres paralysés, différant ainsi radicalement de l'épilepsie des parties non paralysées chez les animaux ou chez l'homme, à la suite de plaies ou de maladie de la moelle épinière (1); 5° l'existence de sensations subjectives de chaleur dans les membres anesthétiques, montrant que les conducteurs des impressions de température passent dans une autre partie de la moelle que ceux des autres impressions sensitives, car ce malade n'avait ni fourmillements, ni douleurs subjectives.

(1) Voyez mon travail intitulé : Note sur des faits nouveaux concernant l'épi-ie consécutive aux lésions de la moelle épinière, *Journal de la physiologie de e et des animaux*, vol. I, 1858, p. 472.

Cette dernière particularité se trouve aussi dans l'observation suivante, observation pleine d'intérêt à d'autres égards, et que je dois au Dr J. Hughlings Jackson.

OBS. XVIII. *Anesthésie complète à la douleur, à la chaleur et au froid, et anesthésie incomplète au toucher et au chatouillement, avec intégrité des mouvements volontaires* A GAUCHE ; *conservation de la sensibilité et paralysie incomplète* A DROITE.

Thomas Fagan, âgé de 31 ans, fut admis à l'hôpital des paralytiques et des épileptiques, à Londres, dans le service du Dr Sieveking, le 28 juin 1865. Il était malade depuis six semaines. Il eut d'abord une douleur assez aiguë, s'étendant de l'omoplate à la crête iliaque du côté droit. Deux semaines après, il commença à ressentir une chaleur brûlante dans le membre inférieur gauche. Il y a quinze jours, *le membre inférieur droit commença à s'affaiblir,* et il fut forcé de cesser de travailler. Avec la permission de mon collègue, le Dr Sieveking, je l'examinai le 28 juin et je constatai qu'il pouvait marcher, mais très-mal, à cause de la faiblesse du membre abdominal droit, qui avait le mouvement de rotation de la paralysie. A GAUCHE *le membre inférieur était anesthétique ; il n'avait aucune sensation quand on le pinçait, et il ne sentait qu'une pointe sur le ventre, au-dessous de l'ombilic* (*de ce côté*), *quelle que fût la distance entre les deux pointes d'un compas. Il ne sentait aucunement ni le froid* (*glace*) *ni la chaleur* (*cuillère très-chaude*) *sur le membre inférieur de ce côté.* L'anesthésie s'étendait jusqu'à environ trois pouces au-dessus d'une ligne transversale passant par l'ombilic et était limitée par la ligne médiane. Je me suis assuré pourtant qu'il pouvait reconnaître exactement sur quel point de ce membre inférieur on le touchait légèrement avec le doigt ou sur lequel on faisait passer la barbe d'une plume. Un pincement ou le plus léger contact sur ce membre y causait de forts mouvements réflexes.

A DROITE, *il sentait les deux pointes du compas, à la partie inférieure de l'abdomen, à 1 pouce 2/3. Sur le membre inférieur de ce côté il sentait le froid et la chaleur rapidement,* et ces sensations semblaient lui déplaire plus qu'à l'état normal.

Ce dont il se plaignait le plus était un sentiment de brûlure dans le membre inférieur gauche, et il disait qu'il lui semblait qu'il y avait du feu sous ce membre quand il était au lit. On ne trouvait cependant pas, par l'application de la main, que ce membre fût plus chaud que l'autre. Le thermomètre de Cassella, un instrument très-sensible, ne montra qu'une légère différence de température entre les deux membres inférieurs, le droit étant le plus chaud. Le bulbe du thermomètre fut placé dans le creux poplité et l'on trouva à droite 97° Fahr. (36°,1 cent.) à gauche 96°,6 Fahr. (35°, 9 cent.).

Le malade paraissait jouir d'une bonne santé. Il avait eu plusieurs fois la syphilis et avait eu des ulcères syphilitiques aux jambes, il y a cinq ans, à New-York.

Grâce au traitement prescrit par le Dr Sieveking, il se rétablit rapidement et s'en retourna chez lui après quelques semaines.

Bien que les détails soient insuffisants, il est clair qu'il y avait, chez ce malade, une anesthésie complète à la douleur et à la chaleur et au froid, avec une anesthésie incomplète au toucher, sans diminution manifeste de la sensibilité au chatouillement, dans le membre abdominal gauche, où le mouvement volontaire persistait. Il y avait, en même temps, persistance de la faculté de reconnaître le lieu où se faisait une impression de toucher ou de chatouillement. Cette observation est donc très-propre à démontrer que les impressions sensitives douloureuses, ainsi que celles indiquant des changements de température, se propagent par d'autres parties de la moelle épinière que les impressions de chatouillement et de toucher. Elle montre aussi, comme l'observation précédente, que des sensations subjectives de chaleur peuvent paraître provenir d'un membre privé de la sensibilité à la chaleur. Quant à la cause organique des phénomènes observés chez le malade des docteurs Sieveking et Jackson, il est probable qu'elle a consisté en un dépôt syphilitique ayant comprimé la moelle épinière et produit de la congestion, sinon même une inflammation (très-légère) dans un point très-peu étendu. Et quant au siége de l'altération dans la moelle épinière, il nous semble impossible qu'on trouve une autre explication des phénomènes qu'en admettant que ce siége était limité à une partie de la moitié latérale droite de la moelle épinière, à la région dorsale, produisant, — ainsi que le fait, chez les mammifères, une section incomplète de la moitié latérale droite de cet organe, au-dessus du renflement lombaire, — la perte incomplète du mouvement volontaire dans le membre abdominal droit et la perte incomplète de la sensibilité dans l'autre membre abdominal.

L'autopsie, dans les observations que nous avons rapportées jusqu'ici, excepté les trois premières et la septième, n'a pas donné sa sanction à l'opinion que j'ai émise sur le siége de la lésion. Dans le cas qui suit, cas célèbre, en ce qu'il a été employé par Sir Charles Bell (1), pour démontrer que les conducteurs nerveux pour le mouvement volontaire sont distincts de ceux servant à la sensibilité, il y a eu une autopsie, mais l'auteur de l'observation, le Dr Hugh Ley, a négligé d'examiner

(1) *The nervous system of the human body*, by Sir Charles Bell, 3e édit., 1844 p. 245.

la moelle épinière, qui était pourtant évidemment le siége de la lésion organique qui a produit les symptômes.

Obs. XIX. *Anesthésie avec conservation des mouvements volontaires d'un côté, et paralysie avec hypéresthésie de l'autre côté.*

Mme W.... fut accouchée par une sage-femme, à Kilburn. L'accouchement fut facile, mais suivi d'une hémorrhagie considérable pendant et après l'expulsion du placenta. Elle se rétablit de l'état d'extrême faiblesse causé par la perte de sang; mais, après trois ou quatre jours, elle fut prise de fièvre et d'un fort mal de tête. Une semaine plus tard, le mal de tête persistant, et de l'engourdissement se montrant dans un des côtés du corps, je fus appelé à la voir. Je la trouvai souffrant d'un mal de tête général, mais infiniment plus violent d'un côté que de l'autre, et occupant la région des os temporal et occipital, au-dessus de l'apophyse mastoïde, où il y avait un pouls très-fort.

Sur l'un des côtés du corps, bien qu'il n'y eût pas de diminution du pouvoir de la volonté sur les muscles, de sorte qu'elle pouvait tenir son enfant sur son bras, tant qu'elle y faisait attention, elle avait une telle diminution de sensibilité, que si elle s'occupait d'autre chose que de son bras, les fléchisseurs se relâchaient graduellement, et l'enfant courait risque de tomber. La mamelle, aussi, de ce côté, participait à l'anesthésie, bien que la sécrétion du lait y fût aussi abondante que de l'autre côté. Elle voyait que l'enfant tétait et avalait, mais ce n'était pas par une sensation qu'elle s'en apercevait. La turgescence de la mamelle ne causa aucune souffrance, et elle ne sentit pas la *montée* du lait de ce côté, tandis qu'elle la sentit très-fortement dans l'autre mamelle.

Sur le côté opposé du corps, il y avait une diminution du mouvement, sans pourtant aucune diminution de sensibilité. Le bras ne pouvait supporter l'enfant; la main ne pouvait serrer avec force, et la jambe, qu'elle ne mouvait qu'avec difficulté, avait le mouvement rotatoire ordinaire de la paralysie; mais la sensibilité était si loin d'y être perdue, que la malade se plaignait constamment d'y avoir une sensation désagréable de chaleur, un picotement douloureux, et plus que le degré ordinaire de malaise après une pression ou d'autres modes d'irritation mécanique.

Après quelques mois, elle devint de nouveau enceinte. Son accouchement, qui eut lieu à terme, fut facile et non accompagné d'hémorrhagie ou d'autres accidents, mais au bout de dix jours elle se plaignit d'engourdissements des deux côtés. L'articulation des sons devint indistincte : l'insensibilité augmenta et elle mourut dans le coma.

Autopsie. — Il n'y avait aucune désorganisation du cerveau. Les ventricules, cependant, contenaient plus de sérum qu'à l'ordinaire, et l'on trouva, plus particulièrement du côté opposé au siége principal du mal de tête, un épaississement et une vascularité augmentée des méninges, avec une adhérence assez ferme dans quelques parties, tandis que dans d'autres il y avait un dépôt en apparence gélatineux, transparent et sans couleur, entre les méninges.

Il est assez curieux qu'il ne soit venu à l'idée ni du docteur Hugh Ley, auteur de l'observation, ni de Sir Charles Bell qui l'a publiée, que c'était à la partie cervicale de la moelle épinière qu'il fallait chercher la cause organique des symptômes observés chez cette malade. Bien que je sache qu'une irritation des méninges cérébrales est capable de produire par action réflexe presque toutes les variétés de paralysie et d'anesthésie, de même qu'elle peut produire aussi toutes les affections convulsives et toutes les formes d'aliénation mentale, il me semble certain que ce n'est pas à l'inflammation limitée des méninges, trouvée à l'autopsie chez cette malade, qu'il faut attribuer les symptômes observés dans ses membres. En effet, l'histoire des méningites cérébrales, même très-limitées, montre qu'une paralysie des membres ne se produit jamais sans quelques autres symptômes qui ont manqué complétement chez cette malade. Parmi ces symptômes, ceux qui ont le plus de fréquence sont : la paralysie faciale, la paralysie de l'un ou de plusieurs des muscles des yeux, la mydriase ou la contracture pupillaire, les convulsions locales ou générales, du délire, etc. L'absence de ces symptômes montre positivement, nous le répétons, que la paralysie et l'anesthésie des membres, chez cette malade, ont été causées par une lésion organique autre que l'inflammation d'une partie des méninges cérébrales. Ce qu'il faut rapporter à cette inflammation, et aussi à l'effusion séreuse intra-ventriculaire, c'est le mal de tête, et enfin la mort avec les accidents qui l'ont immédiatement précédée.

Il est très-regrettable que la moelle cervicale n'ait pas été examinée, car, d'après ce qu'enseignent les expériences sur les animaux, il y avait une altération d'une moitié latérale de cet organe chez cette malade. Sir Charles Bell a cru que le sens musculaire était perdu dans le bras anesthétique parce que les muscles s'y relâchaient lorsque la malade ne pensait pas à son bras. C'est là une erreur : c'est à l'anesthésie cutanée qu'était dû ce relâchement, et rien ne montre que le sens musculaire fût même diminué dans ce membre. Au contraire, le fait que ces muscles se relâchaient *graduellement*, suffit pour prouver que cette espèce de sensibilité n'était pas perdue. Le cas de cette malade ne diffère donc pas des autres cas dont l'histoire est exposée dans ce mémoire. Il y a eu chez cette malade des signes généraux d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle

épinière, à savoir : anesthésie (au moins au toucher et à la douleur) avec conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire dans les membres d'un côté, et paralysie des mouvements volontaires avec hypéresthésie dans les membres de l'autre côté. Rien n'est dit de l'état de la respiration, et nous devons croire, conséquemment, qu'elle était normale, ou à peu près, chez une malade ayant cependant une lésion équivalant presque à une section transversale complète d'une moitié latérale de la moelle épinière à la région cervicale.

Bien que je sois convaincu que, dans le cas précédent, les symptômes observés dans les membres ont été causés par une affection organique d'une moitié latérale de la moelle épinière, et non par une action réflexe due à une inflammation des méninges intra-craniennes, je crois à la possibilité d'une influence réflexe provenant, soit des membranes cérébrales, soit des lobes cérébraux, capable de produire des symptômes semblables à ceux des autres observations contenues dans ce mémoire, c'est-à-dire une anesthésie d'un côté du corps, et une paralysie avec hypéresthésie de l'autre côté. L'observation suivante, publiée par M. Icery, vient à l'appui de cette opinion.

Obs. XX. *Anesthésie des membres du côté* GAUCHE ; *hypéresthésie et paralysie des membres du côté* DROIT.

Au n° 2 de la salle Saint-Vincent est couchée la nommée Tiercelin (Anne), âgée de 62 ans, journalière, entrée le 17 février 1853. Cette malade ne répond que difficilement aux questions qu'on lui adresse; aussi est-il difficile d'avoir des renseignements sur ce qui a précédé son entrée à l'hôpital. Quinze jours avant son entrée, elle a perdu subitement connaissance et est tombée à terre ; quand on l'a relevée, elle présentait une hémiplégie du côté droit du corps et de la tête. Le 18 février, jour de l'examen, voici l'état de la malade : *Hémiplégie du côté droit du corps ; le bras est entièrement paralysé ; le membre inférieur l'est d'une manière incomplète ;* elle peut exécuter de légers mouvements de tête. Les traits de la moitié droite de la face sont effacés ; la commissure droite des lèvres est abaissée. A gauche, on remarque le contraire : la commissure est relevée. Mais ces diverses déviations sont peu marquées. L'œil droit se ferme avec plus de force que le gauche. La langue est très-notablement déjetée à droite. Il n'y a point de contracture dans les membres.

La sensibilité est complétement abolie dans toute l'étendue du membre supérieur gauche. On s'en assure en enfonçant une épingle très-profondément dans un grand nombre de points de ce membre. *Il y a une anesthésie moins complète dans le membre inférieur, et dans toute la*

moitié gauche du thorax et de l'abdomen. A droite, la sensibilité est non-seulement conservée, mais elle semble même un peu exaltée au bras et sur la partie antérieure de la poitrine. La vue, l'ouïe et l'odorat ne paraissent point altérés.

La malade cherche à répondre aux questions qu'on lui adresse ; mais le plus souvent ses réponses sont complétement inintelligibles. Quelquefois elle commence à dire, d'une façon très-claire, une phrase qu'elle termine par des mots inarticulés. Elle a perdu la mémoire des mots qui expriment les divisions du temps. Quand on lui demande depuis combien de temps elle est malade, elle répond qu'il y a quinze fois ou quinze sous, etc.; elle n'a pas d'agitation ni de somnolence ; elle profère des paroles sans suite, des mots incompréhensibles.

La respiration est normale, les mouvements du cœur sont réguliers, accompagnés d'un bruit de souffle assez doux, coïncidant avec le premier bruit, et ayant son maximum à la base. Le pouls est large, modéré; il y a 80 pulsations par minute. La chaleur de la peau n'est ni diminuée, ni augmentée dans les parties frappées de paralysie. On pratique une saignée.

Le 19, la paralysie semble avoir diminué dans le membre inférieur droit, tandis que le supérieur reste toujours aussi immobile. Les phénomènes d'anesthésie du côté gauche sont aussi moins marqués que la veille. Cependant ils sont encore très-appréciables. Il y a aussi un peu d'amélioration de l'intelligence et de la mémoire. Deux verres d'eau de Seidlitz.

Le 23, la paralysie du mouvement est restée la même dans le tronc et dans les membres. La motilité s'est, au contraire, un peu rétablie dans la partie droite de la face.

La sensibilité a reparu dans les membres et la moitié du tronc du côté gauche, mais elle y est toujours beaucoup plus obtuse que du côté droit. (*Union médicale*, 1853, p. 114.)

A moins de supposer qu'il y a eu à la fois chez cette malade — ce qui est fort improbable — une double hémorrhagie, l'une dans un des lobes cérébraux, l'autre dans la moelle épinière, on est forcé d'admettre qu'il y a eu une influence réflexe partant du point malade dans le cerveau et agissant soit sur diverses parties de l'encéphale, y altérant la nutrition suffisamment pour produire les divers symptômes observés, soit à la fois sur l'encéphale et sur la moelle épinière, y altérant aussi la nutrition et produisant ainsi les divers symptômes. Pour ceux qui connaissent mes opinions sur la production des symptômes dans les maladies des lobes cérébraux (1), il n'y aura aucune difficulté à comprendre ce que je viens de dire ; pour ceux qui ne connaissent pas ces opinions, je me bornerai

(1) Voy. *Journal de la physiologie de l'homme*, etc., 1858, t. I, p. 534; 1859, t. II, p. 122-130; 1862, t. V, p. 484 et 665.

à dire que j'ai démontré, qu'à l'exception des cas où il y a compression de la base de l'encéphale, les maladies d'une partie des lobes cérébraux produisent des symptômes excessivement variés, non par suite de la perte de la fonction de la partie lésée, mais par suite de l'influence exercée par l'irritation de cette partie sur la nutrition d'une ou de plusieurs autres parties de l'encéphale. Malgré l'extrême fréquence des affections des lobes cérébraux, je ne connais pas d'autre cas que celui reproduit ci-dessus, d'anesthésie d'un côté du corps avec paralysie de l'autre côté, dépendant d'une affection de ces organes. L'existence de l'hypéresthésie du côté paralysé du mouvement rend très-probable que la nutrition d'une partie de la moelle épinière de ce côté a été troublée, et de la même manière, sans doute, que cette fonction est troublée dans les cas d'irritation des racines sensitives des nerfs spinaux à la région dorsale, chez les animaux, irritation qui produit par action réflexe, comme je l'ai trouvé, de la paralysie et de l'hypéresthésie dans le membre abdominal du même côté, et de l'anesthésie dans le membre abdominal du côté opposé. (Voy. *Journal de la Physiologie de l'homme*, etc., 1861, vol. IV, p. 584).

Dans l'observation du docteur Ley (Obs. XIX, ci-dessus), l'autopsie de la moelle épinière n'a pas été faite ; dans l'observation suivante elle a été faite, mais malheureusement d'une telle façon, qu'elle ne peut guère servir qu'à montrer à la hauteur de quelle paire de nerfs existait la lésion. Nous trouvons cette observation dans la traduction anglaise de l'ouvrage classique de Chelius. Elle a été recueillie par le traducteur, M. South (1).

Obs. XXI. *Anesthésie avec conservation partielle du mouvement volontaire* A GAUCHE ; *paralysie complète avec hypéresthésie* A DROITE.

W. T.... âgé de 68 ans, fut admis à l'hôpital Saint-Thomas, le 10 novembre 1838, quelques heures après une chute sur un escalier qui lui fit perdre connaissance. Il a de la douleur qui s'augmente à la pression, à la partie postérieure du cou. *Tous ses membres sont paralysés, excepté le membre abdominal gauche qui a encore un peu de mouvement. La sensibilité de toute la moitié droite du corps est morbidement exagérée ; celle de la moitié gauche est complètement détruite,* à l'exception du ventre, où il a un peu de sensibilité, et où il rapporte une sensation

(1) *A System of Surgery*, by Chelius, translated by J. South, t. I, p. 534.

d'engourdissement quand on touche la cuisse gauche. Le jour suivant il se plaignit de douleur au bras droit, et la peau du côté gauche de l'abdomen était moins sensible. Le troisième jour, la sensibilité morbide du côté droit avait diminué, et la sensibilité était légèrement revenue du côté gauche. Il se plaint de douleur à l'hypochondre droit et s'imagine que ses bras sont placés en travers sur sa poitrine. Le jour suivant l'abdomen devint tympanitique. Le cinquième jour *il fit mouvoir légèrement le membre thoracique gauche et la puissance motrice du membre abdominal gauche s'augmenta ;* mais il s'affaissa rapidement, montrant beaucoup de courage et mourut tard dans la nuit.

Autopsie. — On trouva que l'atlas était brisé en deux endroits, la ligne de fracture étant diagonale et traversant le trou vertébral gauche. L'apophyse odontoïde était brisée à sa base, ainsi qu'une petite partie du corps de l'axis. Le corps de la cinquième vertèbre était fracturé. Mais aucune de ces fractures n'avait produit un déplacement suffisant pour comprimer la moelle épinière. En coupant cet organe transversalement, on trouva une loge centrale contenant une petite quantité de sang et la substance de la moelle en fragments (*broken down*) et désorganisée en face de la cinquième vertèbre.

Il est extrêmement regrettable que M. South ne nous dise pas où se trouvait cette « loge centrale » dont il parle. Mais il est évident que si ce foyer d'hémorrhagie avait existé au centre même de la moelle, et si les deux côtés de cet organe avaient été également désorganisés, il y aurait eu le même degré d'anesthésie et de paralysie dans les deux moitiés du corps, et de plus, ce qui n'est pas moins évident, la respiration aurait été tellement altérée, que le malade n'aurait pas survécu cinq jours.

Il est impossible d'expliquer les phénomènes autrement qu'en admettant qu'il y a eu une hémorrhagie dans la substance grise, surtout dans la moitié droite de la moelle épinière qui, autour du foyer, s'est ramollie davantage dans certains points que dans d'autres. Je reviendrai ailleurs sur le fait que le mouvement volontaire était conservé à un plus haut degré dans le membre inférieur gauche que dans le membre thoracique du même côté. L'existence de l'hypéresthésie dans ce cas montre une fois de plus la coexistence de cet accroissement morbide de sensibilité avec une paralysie complète du mouvement volontaire du même côté et avec de l'anesthésie du côté opposé.

Dans le cas suivant il n'y avait pas d'hypéresthésie, mais on retrouve les phénomènes principaux signalés dans la plupart

des observations contenues dans ce mémoire, c'est-à-dire la perte du mouvement volontaire d'un côté et celle de la sensibilité de l'autre.

OBS. XXII. *Anesthésie à la douleur et au toucher, avec conservation des mouvements volontaires*, A GAUCHE; *paralysie avec conservation de la sensibilité*, A DROITE.

Alvina R..., âgée de 18 ans, fut admise à l'infirmerie de Baltimore, le 28 septembre 1859. Elle dit qu'elle avait, en général, joui d'une bonne santé jusqu'à il y a un an, où *elle commença à sentir de la faiblesse et de la lourdeur dans son membre inférieur* DROIT. *Cet état anormal s'augmenta graduellement jusqu'à ce qu'elle perdit complétement l'usage de ce membre.* En février 1859, *la sensibilité commença à diminuer dans le membre inférieur* GAUCHE *et y fut bientôt en grande partie perdue.* Elle ne connaissait aucune cause de sa paralysie. Il n'y avait eu aucun accident, elle n'avait pas fait d'exercices violents ; ses règles étaient régulières et elle ne se rappelait pas avoir souffert du froid ou d'un mauvais temps. Quand elle fut admise à l'hôpital, à part un peu de pâleur, elle paraissait se bien porter. Son pouls était naturel quant à sa fréquence, mais il était faible. *Son membre abdominal* DROIT *était si paralysé qu'elle ne pouvait se mouvoir sans une béquille. La sensibilité de ce membre n'était pas diminuée,* mais il n'y avait pas d'apparence d'hypéresthésie ou d'augmentation morbide de sensibilité. *Dans le membre abdominal* GAUCHE *le pouvoir moteur n'était aucunement diminué, mais la sensibilité y était entièrement abolie.* Elle n'éprouvait aucune sensation quand on le touchait, quand on le piquait avec une épingle, ou lorsqu'on le pinçait. On prescrivit le traitement suivant : 20 gouttes de teinture de cantharides le matin, à midi et le soir, et une cuillerée à soupe d'une potion composée de deux drachmes de tartrate de fer et de potasse, d'une once d'eau de cinnamome et de cinq onces d'eau distillée, trois fois par jour, après le repas. En outre, on ordonna l'application du galvanisme aux membres inférieurs, tous les matins. Ce traitement fut continué jusqu'au 4 novembre, où elle quitta l'hôpital. Son état s'était amélioré d'une manière très-notable. Sa complexion était meilleure, et son pouls plus fort sans être plus fréquent. Depuis quelques semaines, elle avait pu marcher sans grande difficulté, et il y avait aussi une augmentation marquée de sensibilité dans le membre gauche, mais cette faculté y était encore imparfaite. Les deux pointes d'un compas, à un pouce de distance l'une de l'autre, ne donnèrent que la sensation d'une pointe, mais elles furent toutes deux senties distinctement quand leur écartement fut d'un quart de pouce de plus. (*Maryland and Virginia Medical and Surgical Journal*. 1860.)

Je crois, avec l'excellent observateur auquel nous devons le fait qui précède, — le Dr T. Chew, de Baltimore, — qu'une lésion de la moitié latérale droite de la moelle épinière peut seule avoir causé les phénomènes signalés dans cette observa-

tion. L'analogie parfaite entre ces phénomènes et ceux qu'on observe chez les mammifères, après la section transversale d'une moitié latérale de la moelle épinière dans la région dorsale, montre aussi qu'il y a eu chez la malade une lésion de la moitié droite de cet organe dans cette région. L'auteur n'a pas cherché quelle était la condition de la sensibilité à la chaleur et au froid, et au chatouillement, mais il signale la perte complète de la sensibilité au toucher et à la douleur dans un membre où le mouvement volontaire était conservé. Il ne nous dit pas si le sens musculaire existait ou non dans ce membre anesthésié, mais la persistance de ce sens est rendue presque certaine par le fait que les mouvements volontaires étaient conservés.

J'ai malheureusement perdu les notes que j'avais prises sur sept ou huit cas de paralysie de mouvement d'un des membres abdominaux avec anesthésie de l'autre membre. Cependant j'ai revu récemment l'un des malades, et aidé du D[r] Bazire, j'ai repris son observation avec soin. Je la donnerai plus loin à l'appui d'une proposition de quelque importance. Quant aux six ou sept autres cas, je me bornerai à dire que j'ai vu l'un des malades en consultation avec M. Alfred Keyser, de Londres (1), un autre avec le D[r] Cahill (c'était une demoiselle de Bradford, qui m'avait été recommandée par le D[r] E. Bronner), un troisième recommandé par le D[r] N. Jackson, de Southsea, un quatrième qui est venu me consulter à Londres, en octobre 1863, de Sale, près de Manchester, un cinquième, un pharmacien de Queenstown (Irlande) qui m'a consulté par lettre, aussi en octobre 1863, et un ou deux autres cas.

Avant d'aborder la discussion de la valeur des observations pathologiques rapportées ci-dessus à l'égard de l'objet principal de ce mémoire, il me semble utile de passer en revue les particularités ayant le plus d'intérêt pour la physiologie que ces observations contiennent. Dans ces observations il y a, en effet, un grand nombre de faits capables de jeter de la lumière sur plusieurs questions obscures.

Je commence par l'exposé des faits relatifs aux sensations.

1° *Existence de conducteurs spéciaux pour les diverses*

(1) C'est ce cas dont j'ai parlé dans mon livre sur les *Paralysies des membres inférieurs*, trad. du D[r] Gordon. 2[e] éd. Paris, 1865, p. 186.

espèces d'impressions sensitives et lieu de passage de ces conducteurs dans la moelle épinière.

L'existence de paralysies d'une espèce de sensibilité alors que les autres espèces demeurent intactes ou persistent à un degré quelconque, dans des cas de lésion de la moelle épinière, suffit presque pour démontrer que les conducteurs des diverses espèces d'impressions sensitives sont distincts les uns des autres et que ces conducteurs sont groupés dans la moelle épinière, ceux d'une espèce dans une partie, ceux des autres espèces dans autant de parties distinctes (1).

Le tableau suivant montre qu'une lésion de la moelle épinière peut atteindre isolément un ou plusieurs groupes de conducteurs, laissant plus ou moins intacts un ou plusieurs autres groupes. Je ne cite dans ce tableau que les observations contenues dans ce mémoire.

Sensibilités perdues.	Sensibilités conservées.	Observateurs.
Douleur.	Toucher.	Dundas (Obs. VIII).
d°	d° ou chatouill.	Boyer (Obs. V).
d° et température.	d° et d°	Jackson (Obs. XVIII).
d° chat. et temp.	d°	Viguès (Obs. IV).
d° d°	d°	Brown-Séquard (Obs. VI).
Température.	d° chat. et doul.	Radcliffe (Obs. XIV).
d°	d° d°	Bazire (Obs. XV).
d°	d° d°	Brown-Séquard (Obs. XVII).

(1) Il existe peut-être un certain nombre d'impressions sensitives plus ou moins distinctes de celles du chatouillement, du toucher, de la douleur et de la température, et ayant des conducteurs distincts et même des lieux de passage spéciaux dans la moelle épinière. Ainsi, par exemple, le sens de la volupté, comme je l'ai dit dans la première partie de ce mémoire (note à la page 125), semble avoir des conducteurs distincts. Dans l'observation IV, p. 134, le Dr Viguès rapporte que, malgré la persistance de l'anesthésie dans un des membres abdominaux, le malade « a cohabité avec des femmes et que les fonctions génitales n'ont été troublées en rien. » La moelle épinière avait pourtant été lésée à la hauteur de la 9e vertèbre dorsale. Je mentionnerai encore la sensibilité à la pression dont plusieurs physiologistes allemands font une espèce distincte, la sensibilité au galvanisme et celle à l'humidité et à la sécheresse. J'avoue que je ne suis guère disposé à admettre ces diverses sensibilités comme des espèces distinctes. La sensation d'humidité me semble n'être autre chose qu'une conclusion que nous tirons d'une sensation combinée de température et de toucher. Si l'humidité n'était pas perçue par le malade de Viguès (p. 132), c'est que la sensibilité à la température était perdue. Quant à la sensibilité au galvanisme, malgré l'assertion de Carter (obs. XII, p. 240) que le courant galvanique se faisait sentir en passant par la peau d'un membre complétement anesthésique, je crois que cet agent d'excitation est capable de mettre en jeu les cinq espèces de conducteurs du toucher, du chatouillement, de la douleur, de la température et du sens musculaire, de même qu'il agit sur le nerf optique, sur le nerf auditif, etc., donnant les sensations spéciales à ces conducteurs et à ces nerfs de sens; mais je ne crois pas qu'il produise autre chose. Enfin, quant à la sensation de pression, elle me semble être un produit composé de sensations de toucher, de douleur et du sens musculaire.

Dans l'état actuel de la science, il est impossible d'indiquer d'une manière absolument positive le lieu occupé par chacune des quatre espèces de conducteurs d'impressions sensitives dans la moelle épinière. Dans la région dorsale et dans le renflement cervico-brachial de ce centre nerveux, il est pourtant extrêmement probable, d'une part, d'après les faits observés par Boyer, par moi-même et par les docteurs Viguès, J.-H. Jackson, C.-B. Radcliffe et Bazire, et, d'autre part, d'après nombre de faits observés par M. Topinard (1), Ollivier d'Angers, W. Budd et MM. Luys, Guyon et Alfred Fournier (2), que les conducteurs pour les impressions de froid et de chaleur passent dans les parties grises centrales, — que les conducteurs des impressions de douleur sont plus disséminés que ceux de température, et qu'ils se trouvent surtout dans les parties postérieures et latérales de la substance grise, et enfin que les conducteurs des impressions de toucher et de chatouillement sont principalement dans les parties antérieures, grise et blanche (au moins au renflement cervico-brachial) (3).

(1) *De l'ataxie locomotrice et en particulier de la maladie appelée ataxie locomotrice progressive*, par Paul Topinard, 1864. — Dans cet excellent ouvrage l'auteur rapporte nombre de faits qui montrent l'indépendance des sensibilités au toucher, au chatouillement, à la douleur, au froid et à la chaleur. Dans un autre travail, je donnerai l'analyse de ces faits.

(2) Pour les faits observés par Ollivier et MM. W. Budd, Luys, Guyon et Alfred Fournier, voyez mon livre : *Course of lectures on the Physiol. and Pathol. of the central Nervous System*. 1860, p. 66, 83, 84 et 125.

(3) L'étude des cas d'ataxie locomotrice progressive, ce symptôme de la sclérose des cordons postérieurs de la moelle épinière, pourrait faire supposer que les conducteurs des impressions tactiles se rendent à l'encéphale, en partie au moins, dans ces cordons, car la sensibilité tactile est souvent diminuée dans ces cas ; mais cette supposition perd toute sa valeur si l'on tient compte des faits suivants : 1° que dans la prétendue maladie qu'on a appelée ataxie locomotrice, il y a très-souvent une altération de la protubérance ou d'autres parties de la base de l'encéphale, capable de produire de l'anesthésie tactile ; 2° qu'avant de pénétrer dans la substance grise et de prendre leur place définitive dans la moelle épinière, une partie des fibres des racines postérieures passent par les cordons postérieurs, comme l'enseignent l'anatomie et les vivisections. Les cas de sclérose étendue des cordons postérieurs de la moelle épinière montrent, autant que les cas de lésion d'une moitié latérale de cet organe, que les conducteurs des diverses espèces d'impressions sensitives sont distincts les uns des autres ; mais ils conduisent à une conclusion intéressante sur laquelle les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière ne jettent aucune lumière, à savoir : que les conducteurs des impressions de douleur, de température et de chatouillement, en arrivant à la moelle dans les racines postérieures, pénètrent immédiatement dans l'intérieur de cet organe, sans passer d'abord par les cordons postérieurs, comme le font une partie des conducteurs des impressions tactiles.

La proposition que les conducteurs des diverses impressions sensitives passent par des parties distinctes de la moelle épinière reçoit des preuves non-seulement du fait que chacune des diverses espèces d'impressions sensitives peut être paralysée alors que les autres persistent, mais encore de deux autres ordres de faits que je me bornerai à mentionner ici. Ces faits sont : 1° l'existence d'une hyperesthésie de l'une des espèces de conducteurs, ceux des autres espèces restant à l'état normal ou étant atteints d'anesthésie ; 2° l'existence de sensations subjectives (transmises à la périphérie) appartenant à une seule ou à plusieurs des quatre espèces de sensibilité étudiées dans ce mémoire, dans des cas de congestion ou d'inflammation de la moelle épinière. Ainsi donc, il peut y avoir, dans les cas de lésion de ce centre nerveux, soit une anesthésie, soit une hyperesthésie, soit une irritation médullaire produisant une sensation subjective, chacun de ces trois symptômes ne frappant qu'une seule ou deux ou trois des quatre espèces de conducteurs d'impressions sensitives. Il est évident que ces trois symptômes, ainsi limités, contribuent à démontrer que le lieu de passage de ces divers conducteurs diffère pour chacune des quatre espèces.

2° *De l'existence d'une augmentation morbide des sensibilités à la douleur, au toucher, au chatouillement et à la température dans les observations rapportées dans ce mémoire.*

J'ai montré déjà, en 1849, que le toucher peut s'hyperesthésier dans les maladies de la moelle épinière (1). J'ai vu depuis lors, dans des cas de méningite spinale, une hyperesthésie tactile encore plus considérable, les malades sentant distinctement, sur la cuisse, les deux pointes de l'esthésiomètre, même à une distance de moins d'un millimètre ou, en d'autres termes, se touchant presque, tandis qu'à l'état normal les deux pointes ne commencent à être senties qu'à une distance de cinquante à soixante fois plus grande. L'hyperesthésie tactile ne va pas jusque-là dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière, mais, de même que dans les cas de méningite spinale, elle s'accroît, en général, en proportion de l'augmentation de la sensibilité à la douleur. Il en est de même de l'hy-

(1) Voyez *Comptes rendus des séances de la Société de biologie.* Vol. I, 1849, p. 162, et *Gazette médicale de Paris,* 1849, p. 1012.

peresthésie au chatouillement et à la température. Dans les observations rapportées dans ce mémoire, on trouve notées : 1° de l'hyperesthésie tactile dans les observations VI, VIII, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII et XXIII; 2° de l'hyperesthésie au chatouillement dans les observations IV, VI, XIII, XIV et XV; 3° de l'hyperesthésie thermoscopique dans les observations IV, VI, XIII, XIV, XV, et XVII; 4° de l'hyperesthésie à la douleur dans la majorité des cas (Obs. II, IV, VI, VII, VIII, XII, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XX, XXI, XXIII et XXIV). J'ajoute que dans ceux de ces derniers cas, où l'hyperesthésie au toucher, au chatouillement et à la température, n'a pas été signalée, les auteurs ne disent pas non plus qu'elle n'existait pas. Ils l'auraient trouvée dans presque tous ces cas, s'ils l'avaient cherchée.

Chez quelques-uns des malades dont l'histoire est rapportée dans ce mémoire, l'hyperesthésie à la douleur a été tellement violente que le froid, le chatouillement ou un contact même léger, ont causé de la douleur, au lieu de donner origine aux sensations de froid, de chatouillement ou de toucher. C'est ce qui ne peut manquer toutes les fois que l'exagération morbide de la sensibilité à la douleur a atteint un certain degré. Mais il ne faudrait pas en conclure que les sensibilités à la température, au chatouillement et au toucher avaient disparu. Elles étaient peut-être hyperesthésiées, mais il était très-difficile de s'assurer de leur existence et surtout de leur augmentation morbide, la douleur faisant obstacle à la perception nette de toute autre sensation.

3° *Existence de deux causes distinctes d'hyperesthésie après une lésion d'une des moitiés latérales de la moelle épinière : — l'une immédiate et persistante, l'autre consécutive à certains changements et variable* (1).

L'hyperesthésie qui se montre immédiatement ou presque immédiatement du côté d'une section d'une moitié latérale de

(1) Je laisse de côté une troisième cause d'hyperesthésie qui consiste dans la production d'une sub-inflammation dans les parties paralysées, attaquant surtout les articulations, certains muscles ou le tissu cellulaire sous-cutané. Cette hyperesthésie due à un état inflammatoire, s'observe bien plus souvent dans les maladies de la base de l'encéphale que dans les cas de lésion de la moelle épinière. La sub-inflammation des muscles, des articulations, etc., dans ces cas, est un effet de l'irritation des nerfs vaso-moteurs dans les centres nerveux, et non le résultat d'une affection rhumastimale, comme les médecins sont, en général, tentés de le croire.

la moelle épinière, chez les animaux, y persiste tant que la vie dure, mais après avoir subi une diminution notable quelques jours après l'opération, si celle-ci n'est pas suivie d'une myélite. Quelles que soient les causes de cette singulière hyperesthésie, il est certain qu'elle se montre beaucoup trop tôt après l'opération pour qu'on puisse l'attribuer à un travail inflammatoire ayant lieu autour de la plaie de la moelle. Il faut donc la distinguer de l'hyperesthésie causée par une congestion ou une inflammation de la moelle épinière ou de ses méninges. Dans quelques-unes des observations que j'ai rapportées ci-dessus il y a eu de l'hyperesthésie sans trace évidente de congestion ou d'inflammation de la moelle ou de ses membranes; dans d'autres, comme dans le cas de M. Gendrin (obs. VII) l'hyperesthésie a été surtout causée par un travail inflammatoire. De même que chez les animaux, la première espèce d'hyperesthésie semble, chez l'homme, pouvoir durer toute la vie, car elle persiste, chez le capitaine F... (obs. VI) depuis 1853 (1) et chez T. R... (obs. XXII) depuis près d'un quart de siècle. Chez quelques animaux, cette hyperesthésie est considérable (chez le lapin surtout). L'observation de Viguès (obs. IV) et l'une des miennes (obs. XIII) montrent qu'elle est considérable aussi chez l'homme. Dans ces deux cas, cependant, la seconde cause d'hyperesthésie a contribué au degré de l'augmentation morbide de sensibilité.

4° Influence d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière sur les conducteurs du sens musculaire.

Je me réserve d'examiner ailleurs toutes les particularités relatives au sens musculaire dans les observations rapportées ci-dessus, et je me bornerai ici à quelques remarques essentielles à l'objet de ce mémoire.

Les conducteurs du sens musculaire diffèrent radicalement des conducteurs des autres impressions sensitives. Non-seulement ils ne s'entre-croisent pas dans la moelle épinière, mais encore ils sortent de cet organe surtout, sinon uniquement, par les racines spinales antérieures (2).

(1) C'est par suite d'une faute d'impression qu'il est dit à la page 139, que ce malade a été blessé en 1856. C'est en 1853 que l'accident a eu lieu.

(2) L'expérience qui consiste dans la section des racines postérieures, chez les grenouilles, ne laisse pas de doute à ce sujet, car les mouvements volontaires persistent alors, presque avec leur précision habituelle, nonobstant les assertions

Dans toutes les observations rapportées dans ce mémoire, où le sens musculaire a été convenablement recherché, on a constaté son existence dans les membres atteints d'anesthésie. Je citerai particulièrement, à cet égard, les observations VI, VIII, XII, XIII, XV, XVII et XXIII.

Dans les cas où il y a eu perte complète du mouvement volontaire dans un membre inférieur, il a été, bien entendu, très-difficile de s'assurer si le sens musculaire avait ou non disparu complétement ou partiellement. Dans un de ces cas, en particulier, où j'ai cherché avec soin si ce sens existait ou non dans le membre inférieur paralysé, j'ai constaté que la malade ne savait que rarement dans quelle position on plaçait ce membre, ce qui était d'autant plus remarquable que toutes les autres espèces de sensibilité existaient dans ce membre et même à un degré très-exagéré. Il m'a paru évident que le sens musculaire y était complétement perdu, et que lorsqu'il arrivait que la malade reconnût où était ce membre, elle dérivait sa connaissance à ce sujet des sensations qui lui venaient de la peau et des articulations. Mais dans quelques-uns des cas où le mouvement volontaire n'était pas complétement perdu, il en était tout autrement que chez cette malade à l'égard du sens musculaire. Ainsi, dans l'observation si importante, à cet égard, aussi bien qu'à d'autres titres, du docteur Bazire (Obs. XV), nous voyons que le sens musculaire était à peine altéré du côté paralysé, alors qu'il était, cela va sans dire, intact de l'autre côté. De même aussi, chez le malade de Boyer (Obs. V), la marche devint possible et même, à ce qu'il paraît, très-facile, au bout de peu de temps, ce qui implique que le sens musculaire, n'était guère altéré, s'il l'était. Dans la remarquable observation de Viguès (Obs. IV), la marche devint possible avant longtemps, ce qui implique, comme dans le cas précédent, que le sens musculaire n'avait pas été considérablement altéré. Chez les malades de ces trois observations, il y a eu une lésion n'occupant pas toute l'étendue transversale d'une moitié latérale de la moelle épinière, comme le montrent clairement plusieurs symptômes et en particulier celui-ci, que la paralysie du membre inférieur correspondant

contraires de Cl. Bernard (Voyez mon ouvrage : *Course of Lectures on the Physiol. and the Pathol. of the Central Nervous System.*, p. 9 et suiv.).

n'a pas été complète. Or, la persistance du sens musculaire dans des cas où la moitié latérale de la moelle n'était pas lésée dans toute son étendue horizontale est très-simple à expliquer : c'est que la partie de la moelle par laquelle passent les conducteurs du sens musculaire, se trouve dans la portion de cet organe qui, dans ces cas, n'avait pas été lésée. Il est, en effet, infiniment probable, — d'après les faits de Boyer, de Viguès et de Bazire, ainsi que d'après plusieurs observations pathologiques bien différentes à d'autres égards, — que les conducteurs du sens musculaire, en se dirigeant vers l'encéphale, occupent une partie bien distincte de celles où passent les conducteurs des impressions de température, de douleur, de chatouillement et de toucher. J'ajoute que les mêmes faits rendent aussi extrêmement probable que la petite colonne longitudinale, formée dans la moelle épinière par ces conducteurs, se trouve ou dans la corne grise antérieure ou à côté d'elle, et non dans les cordons postérieurs, comme on l'a supposé d'après les cas de sclérose de ces cordons ayant produit de l'ataxie locomotrice. Quoi qu'il en soit, du reste, à ce sujet, il est un fait mis absolument hors de doute par les observations que j'ai rapportées, c'est que, si le sens musculaire se perd dans un membre, lorsque la moelle épinière est lésée dans une de ses moitiés latérales, cette perte a lieu dans le membre paralysé du mouvement volontaire et conservant les sensibilités au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température, tandis qu'au contraire ce sens persiste dans le membre ayant perdu ces diverses sensibilités et conservant le mouvement volontaire, — d'où il suit que les conducteurs du sens musculaire se comportent comme ceux du mouvement volontaire et ne s'entre-croisent pas dans la moelle épinière.

5° *Sensations subjectives de toucher, de chatouillement, de douleur, de température et de position des membres.*

Ces sensations ne se produisent que lorsque la moelle épinière, qui, à l'état normal, n'est excitable que dans quelques parties servant aux phénomènes réflexes (1), le devient partout sous l'influence d'une congestion ou d'une inflammation (2).

(1) Voyez le résultat de mes recherches sur l'inexcitabilité de la moelle épinière, dans ce journal, vol. I, 1858, p. 181-2, et le mémoire si décisif de M. Chauveau, aussi dans ce journal, vol. IV, 1861, p. 29 et 338.

(2) Voyez mes *Leçons sur le diagnostic et le traitement des principales formes*

Ces sensations peuvent se montrer tout aussi bien dans un membre absolument privé de sensibilité que dans un membre doué d'une sensibilité normale ou exagérée. Je me bornerai à mentionner ici ce qui a été observé chez quelques-uns des malades des observations rapportées dans ce mémoire.

Le malade de l'observation IV a éprouvé des *douleurs* violentes lui paraissant provenir des deux membres abdominaux, mais plutôt du membre hyperesthétique que de l'anesthétique. Il s'est plaint aussi d'avoir dans ces membres une *sensation de brûlure et d'engourdissement* (p. 131).

Dans l'observation VI nous lisons que le blessé a eu des *sensations de piqûre* ou des *douleurs*, comme dans le cas précédent, surtout dans le membre hyperesthétique. Cette dernière particularité n'est pas signalée dans l'observation p. 140, mais mes notes la mentionnent.

Dans l'observation VII, une *douleur* fixe existait dans toute la longueur du membre hyperesthétique, ainsi que des *fourmillements* et une *sensation de froid* dans les deux jambes (p. 283).

Dans l'observation XI, il y avait parfois une *douleur* vive, disparaissant rapidement dans un membre complétement anesthétique, et aucune douleur dans l'autre membre (p. 244).

Dans l'observation XII, il y avait de très-vives *douleurs* dans le membre abdominal complétement anesthétique et aucune douleur spontanée dans le membre hyperesthétique (p. 583).

Le malade de l'observation XVII a, depuis vingt-quatre ans, des accès consistant en une *sensation d'excessive chaleur* se propageant d'une partie à l'autre dans toute la moitié du corps, frappée d'anesthésie et particulièrement d'anesthésie complète à la chaleur et au froid (p. 599).

De même que le malade précédent, celui de l'observation XVIII, se plaignait d'une *sensation d'extrême chaleur* et même de *brûlure* dans le membre abdominal, complétement privé de sensibilité à la chaleur (p. 601).

Enfin, chez le malade de l'observation XXI, il y avait la *sensation d'une position particulière* des membres supérieurs. Il s'imaginait que ses bras étaient placés en travers sur sa poitrine (p. 608).

de paralysie des membres inférieurs. Traduction du Dr Gordon. Paris, 1865, p. 197.

6° *Mise en action des conducteurs d'une espèce de sensibilité par les agents excitateurs des conducteurs d'une autre espèce.*

Ce phénomène dépend, en général, de l'hyperesthésie des conducteurs spéciaux qui sont mis en action par l'influence excitatrice ordinaire d'une autre espèce de sensations. Ainsi, dans l'observation XVII, le froid et la chaleur appliqués sur le côté hyperesthétique du corps y produisaient de très-vives douleurs. Il en était à peu près de même dans plusieurs des cas où l'hyperesthésie à la douleur était considérable (Obs. IV, VI, XIII). Mais il arrive quelquefois aussi que les phénomènes dont je m'occupe se produisent dans des parties anesthétiques. Ainsi, dans l'observation XII (p. 426), dans des parties où le malade ne pouvait distinguer les corps chauds des corps froids, il avait une sensation de chaleur quand on le touchait avec un corps froid ou quand on irritait la peau d'une manière quelconque, et dans l'observation XVII, l'application de la glace sur des parties anesthétiques donnait une sensation de chatouillement (p. 598).

7° *Connaissance du lieu où se fait une impression sensitive dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière.*

Rien ne démontre d'une manière aussi péremptoire l'existence de la sensibilité, là où on en fait la recherche, que la persistance incontestable de la faculté de reconnaître, sans hésitation, le point où a été faite une impression sensitive, mais il n'en est pas moins vrai qu'un malade peut perdre cette connaissance, sans perdre la sensibilité. C'est ce qui est arrivé chez la malade de l'observation XIII (p. 582-5), qui, après avoir conservé pendant quelque temps une parfaite connaissance du lieu d'une impression de toucher, de chatouillement, de température et de douleur, perdit en partie cette connaissance, malgré la persistance d'une hyperesthésie notable de ces quatre espèces de sensibilité. Pour d'autres remarques sur ce sujet, je renvoie à ce que j'en ai dit page 587.

Dans toutes les observations rapportées dans ce mémoire, où il est fait mention de la connaissance du lieu d'une impression (Obs. IV, VI, XIII, XVII, XVIII et XXIII), cette faculté a existé dans les parties ayant une sensibilité normale ou exagérée. A l'égard du côté anesthétique, je trouve que le malade de l'observation IV (p. 133) avait perdu cette faculté, avant que la sen-

sibilité tactile fût perdue. Deux des observations de ce travail (Obs. XVII et XVIII) montrent qu'une connaissance parfaite du lieu d'une impression peut persister (ou revenir) dans des parties où la sensibilité existe à peine.

Il importe de mentionner que la connaissance du lieu d'une impression sensitive peut être obtenue, non-seulement par les sensations de douleur et de toucher, mais aussi par celles de chatouillement et de température. Je m'en suis positivement assuré chez les malades des observations VI, XIII et XVII.

8° *De l'entre-croisement des nerfs sensitifs cutanés à la ligne médiane du tronc.*

L'anatomie démontre que les nerfs s'entre-croisent à la ligne médiane du corps : ce fait intéressant a été récemment l'objet d'un excellent travail du professeur Jeffries Wyman, de Cambridge (États-Unis), travail dont on trouvera une analyse dans ce numéro. Les faits pathologiques, jusqu'ici, n'ont guère donné de confirmation aux résultats des recherches des anatomistes. Deux des observations de ce mémoire sont intéressantes à cet égard. Dans l'une (Obs. V), on lit que l'anesthésie « cessait brusquement en avant et en arrière, à la ligne médiane, avec cette particularité remarquable que dans cette partie, si l'on pinçait le malade du côté gauche (côté anesthétique), il assurait en éprouver la sensation affaiblie au point correspondant du côté droit (1). » Dans l'autre (Obs. XIII), il y avait dans la moitié anesthétique du tronc un espace large d'un demi-pouce, le long de la ligne médiane, ayant de la sensibilité et dans un semblable espace, dans le côté hyperesthétique, il y avait moins de sensibilité qu'ailleurs du même côté. (Voyez ci-dessus, p. 584.) Laissant à part l'erreur de lieu commise par le malade de l'observation V, ces deux faits s'expliquent par le passage de fibres nerveuses d'un côté du corps à l'autre sur la ligne médiane.

9° *De l'existence d'une zone anesthétique transversale dans la moitié du corps, du côté d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière.*

Chez quatre des malades des observations contenues dans ce

(1) Une faute d'impression a été commise à propos de cette phrase, à la page 138. On a imprimé : « cessait brusquement en avant, en arrière de la ligne médiane », tandis que la phrase était comme ci-dessus : « cessait brusquement, en avant et en arrière, à la ligne médiane ».

mémoire (Obs. VI, p. 141, IX, p. 240, XII, p. 246 et XIII, p. 584), il a existé une zone d'anesthésie, occupant une partie des membres supérieurs et une petite portion du cou et du thorax, et chez un autre malade (Obs. XXIII, p. 626), il y avait de l'anesthésie à l'anus et au genou, dans le côté correspondant à celui de la lésion dans la moelle épinière. Chez trois de ces malades (Obs. VI, XIII et XXIII), cette zone anesthétique était d'autant plus remarquable que les parties du corps entre lesquelles elle se trouvait étaient atteintes d'hyperesthésie. Cette zone transversale anesthétique existait à la limite supérieure des parties paralysées du mouvement volontaire.

Si l'on admet l'opinion que les conducteurs des impressions sensitives s'entre-croisent dans la moelle épinière, il est évident que, lorsque la lésion d'une moitié latérale de cet organe y siége sur le trajet des conducteurs d'impressions sensitives traversant ce côté de la moelle pour se rendre à l'autre côté, elle doit nécessairement produire de l'anesthésie dans la partie du corps du côté de la lésion, partie qui doit sa sensibilité à ces conducteurs. Qu'on imagine une lésion occupant toute l'étendue et toute l'épaisseur de la moitié droite, par exemple, du renflement cervico-brachial de la moelle épinière : les nerfs sensitifs du membre thoracique droit seront nécessairement paralysés, parce qu'ils passent par la partie lésée de la moelle pour se rendre dans la moitié gauche de cet organe, dans laquelle ils marchent vers l'encéphale. Les nerfs sensitifs du membre thoracique gauche seront aussi lésés puisque, d'après la supposition que nous faisons, ils passent du côté gauche de la moelle dans le côté droit, où ils se dirigent vers l'encéphale. Quant aux nerfs sensitifs naissant de la moelle au-dessous du siége de la lésion, il est évident que, s'ils s'entre-croisent dans ce centre nerveux presque immédiatement après y être entrés, il doit y avoir, dans le cas que nous supposons, anesthésie du tronc et du membre abdominal du côté gauche et conservation de la sensibilité du tronc et du membre abdominal du côté droit. En résumé donc il y aurait, à droite, anesthésie dans une certaine zone transversale, comprenant le membre thoracique et conservation de la sensibilité dans le tronc et le membre abdominal du même côté, et à gauche anesthésie non-seulement du membre thoracique, mais aussi du tronc et du membre abdominal. Eh bien ! c'est là ce qui a eu lieu chez les quatre ma-

lades des observations IV, IX, XII et XIII, avec cette différence que, la lésion étant bien moins étendue, chez ces malades, que dans le cas de notre supposition, il y avait chez eux, du côté de la lésion, une zone anesthétique beaucoup moins considérable que dans le cas supposé.

Si notre opinion est exacte à l'égard de l'entre-croisement des conducteurs des impressions sensitives dans la moelle épinière, il ne peut y avoir de cas de lésion occupant toute l'étendue horizontale d'une moitié latérale de la moelle épinière, sans qu'il y ait altération d'un petit nombre au moins de conducteurs des impressions sensitives se rendant de ce côté de la moelle à l'autre, si la direction de ces conducteurs n'est pas absolument transversale. Cependant sur vingt-quatre observations, rapportées dans ce mémoire, je n'en cite que cinq comme ayant montré nettement l'existence d'une zone anesthétique du côté (réel ou supposé) de la lésion à la moelle. Mais si l'on tient compte des remarques suivantes, on trouvera que la non-constatation de l'existence d'une zone anesthétique du côté de la moelle, qu'on sait ou qu'on suppose lésé, ne peut pas être invoquée contre mon opinion, et que sa constatation dans les cinq cas cités ci-dessus a la plus haute valeur.

1° La zone anesthétique en question peut avoir existé, sans que les malades ou leurs médecins l'aient observée, — d'autant plus qu'ils ne se doutaient pas même de la possibilité de son existence.

2° La lésion peut ne frapper qu'un très-petit nombre de conducteurs, et ne produire qu'une anesthésie extrêmement faible ou peu étendue. Ceci peut avoir lieu de deux façons différentes : ou la lésion consiste en une section transversale située juste entre les racines de deux paires de nerfs, ou elle n'altère qu'une partie d'une moitié latérale de la moelle, comme dans le cas de Boyer (Obs. V, p. 137) et quelques autres cas.

3° Enfin, comme il existe très-souvent de l'hyperesthésie des conducteurs d'impressions sensitives, naissant de la moelle au-dessus et au-dessous du siége de la lésion, il y a une compensation à la cause d'anesthésie, rendant celle-ci très-difficile à reconnaître.

10° *Effets d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière au renflement lombaire, comparés à ceux d'une lésion au-dessus de ce renflement.*

Ce que j'ai dit, dans le paragraphe précédent, de la production d'une zone anesthétique du côté correspondant à une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière, à la région cervicale, est tout aussi juste pour une lésion analogue dans une partie quelconque de ce centre nerveux, mais surtout au renflement lombaire, où, suivant l'étendue de la lésion et suivant la partie de ce renflement où elle siége, la théorie indique qu'on doit trouver une zone anesthétique, plus ou moins considérable, du côté de la lésion, occupant, soit une grande partie du membre abdominal correspondant, soit le bassin et quelques parties de l'abdomen. Je vais faire voir ce qui arrive quand le siége de la lésion est à l'extrémité inférieure du canal rachidien, puis je montrerai combien sont distincts les effets de la lésion d'une moitié latérale du renflement lombaire, de ceux d'une moitié latérale de la moelle au-dessus de ce renflement.

A. Lésion des nerfs de la queue de cheval d'un côté. Un premier fait distingue nettement la lésion de ces nerfs d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle : c'est que la paralysie de la sensibilité et du mouvement volontaire ne frappe que quelques nerfs d'un des membres inférieurs, et non tous les nerfs de ce membre, dont l'origine est au-dessous du siége de la lésion dans la moelle. Une seconde différence est que l'anesthésie dans les cas de lésion des nerfs d'un côté n'existe que de ce côté, tandis qu'elle existe des deux côtés lorsque la lésion, bien que limitée à un seul côté, se trouve au renflement lombaire. Dans une excellente observation de lésion des nerfs de la queue de cheval d'un côté, rapportée par le docteur Knapp (*New-York Journal of Medicine*, september 1851, p. 198), il n'y avait de paralysie du mouvement et de la sensibilité que dans un des membres inférieurs. Dans un cas moins simple de M. Desruelles, il y avait, par suite d'une fracture du rachis par une balle, une lésion de la queue de cheval, plus considérable à droite qu'à gauche, ayant causé, à droite, la perte du mouvement volontaire et, à gauche, une diminution de ce mouvement dans les jambes. Il y avait, en outre, perte de sensibilité à la partie interne de la jambe droite, et diminution de la sensibilité à la partie externe de cette jambe, et partout dans l'autre. (Voyez *Bulletin de la Société Anatomique*, 1852, p. 12.) C'est aussi à une lésion de la

Dans toutes les observations rapportées dans ce mémoire, où le sens musculaire a été convenablement recherché, on a constaté son existence dans les membres atteints d'anesthésie. Je citerai particulièrement, à cet égard, les observations VI, VIII, XII, XIII, XV, XVII et XXIII.

Dans les cas où il y a eu perte complète du mouvement volontaire dans un membre inférieur, il a été, bien entendu, très-difficile de s'assurer si le sens musculaire avait ou non disparu complétement ou partiellement. Dans un de ces cas, en particulier, où j'ai cherché avec soin si ce sens existait ou non dans le membre inférieur paralysé, j'ai constaté que la malade ne savait que rarement dans quelle position on plaçait ce membre, ce qui était d'autant plus remarquable que toutes les autres espèces de sensibilité existaient dans ce membre et même à un degré très-exagéré. Il m'a paru évident que le sens musculaire y était complétement perdu, et que lorsqu'il arrivait que la malade reconnût où était ce membre, elle dérivait sa connaissance à ce sujet des sensations qui lui venaient de la peau et des articulations. Mais dans quelques-uns des cas où le mouvement volontaire n'était pas complétement perdu, il en était tout autrement que chez cette malade à l'égard du sens musculaire. Ainsi, dans l'observation si importante, à cet égard, aussi bien qu'à d'autres titres, du docteur Bazire (Obs. XV), nous voyons que le sens musculaire était à peine altéré du côté paralysé, alors qu'il était, cela va sans dire, intact de l'autre côté. De même aussi, chez le malade de Boyer (Obs. V), la marche devint possible et même, à ce qu'il paraît, très-facile, au bout de peu de temps, ce qui implique que le sens musculaire, n'était guère altéré, s'il l'était. Dans la remarquable observation de Viguès (Obs. IV), la marche devint possible avant longtemps, ce qui implique, comme dans le cas précédent, que le sens musculaire n'avait pas été considérablement altéré. Chez les malades de ces trois observations, il y a eu une lésion n'occupant pas toute l'étendue transversale d'une moitié latérale de la moelle épinière, comme le montrent clairement plusieurs symptômes et en particulier celui-ci, que la paralysie du membre inférieur correspondant

contraires de Cl. Bernard (Voyez mon ouvrage : *Course of Lectures on the Physiol. and the Pathol. of the Central Nervous System.*, p. 9 et suiv.).

n'a pas été complète. Or, la persistance du sens musculaire dans des cas où la moitié latérale de la moelle n'était pas lésée dans toute son étendue horizontale est très-simple à expliquer : c'est que la partie de la moelle par laquelle passent les conducteurs du sens musculaire, se trouve dans la portion de cet organe qui, dans ces cas, n'avait pas été lésée. Il est, en effet, infiniment probable, — d'après les faits de Boyer, de Vigués et de Bazire, ainsi que d'après plusieurs observations pathologiques bien différentes à d'autres égards, — que les conducteurs du sens musculaire, en se dirigeant vers l'encéphale, occupent une partie bien distincte de celles où passent les conducteurs des impressions de température, de douleur, de chatouillement et de toucher. J'ajoute que les mêmes faits rendent aussi extrêmement probable que la petite colonne longitudinale, formée dans la moelle épinière par ces conducteurs, se trouve ou dans la corne grise antérieure ou à côté d'elle, et non dans les cordons postérieurs, comme on l'a supposé d'après les cas de sclérose de ces cordons ayant produit de l'ataxie locomotrice. Quoi qu'il en soit, du reste, à ce sujet, il est un fait mis absolument hors de doute par les observations que j'ai rapportées, c'est que, si le sens musculaire se perd dans un membre, lorsque la moelle épinière est lésée dans une de ses moitiés latérales, cette perte a lieu dans le membre paralysé du mouvement volontaire et conservant les sensibilités au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température, tandis qu'au contraire ce sens persiste dans le membre ayant perdu ces diverses sensibilités et conservant le mouvement volontaire, — d'où il suit que les conducteurs du sens musculaire se comportent comme ceux du mouvement volontaire et ne s'entre-croisent pas dans la moelle épinière.

5° *Sensations subjectives de toucher, de chatouillement, de douleur, de température et de position des membres.*

Ces sensations ne se produisent que lorsque la moelle épinière, qui, à l'état normal, n'est excitable que dans quelques parties servant aux phénomènes réflexes (1), le devient partout sous l'influence d'une congestion ou d'une inflammation (2).

(1) Voyez le résultat de mes recherches sur l'inexcitabilité de la moelle épinière, dans ce journal, vol. I, 1858, p. 181-2, et le mémoire si décisif de M. Chauveau, aussi dans ce journal, vol. IV, 1861, p. 29 et 338.

(2) Voyez mes *Leçons sur le diagnostic et le traitement des principales formes*

et à la température, dans les parties paralysées où le sens musculaire est diminué, tandis que dans les parties correspondantes, à gauche, il y a anesthésie complète ou à peu près des quatre espèces de sensibilité conservées à droite, avec conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire. Il y a, de plus, — et c'est là ce qui différencie ce cas des observations dans lesquelles la lésion siége plus haut dans la moelle épinière, — perte de la sensibilité dans diverses parties des deux côtés au tronc et aux membres inférieurs : surtout à l'anus, au périnée et aux genoux (à la rotule). Je ne crois pas qu'on puisse nier que si les conducteurs des impressions sensitives s'entre-croisent, comme je le soutiens, dans la moelle épinière, tous les principaux traits de cette observation s'expliquent parfaitement tandis qu'au contraire, il me semble absolument impossible qu'on les explique autrement. Le siége de la lésion, selon toutes les probabilités, est dans le renflement lombaire à droite, empiétant peut-être, mais très-légèrement, sur la moitié gauche, et siégeant surtout au niveau de l'origine de la troisième paire sacrée, mais s'étendant un peu au-dessus et un peu au-dessous de ce point. Quant à la nature de la lésion, il ne semble pas douteux qu'il existe une inflammation légère. Je m'occuperai plus loin d'une particularité intéressante de cette observation, à savoir l'hyperesthésie qui existe dans les deux côtés du corps, mais à un plus haut degré à droite qu'à gauche, au-dessus des parties anesthétiques des deux côtés, et je me bornerai à dire maintenant que le siége de cette hyperesthésie contribue à montrer où se trouve la lésion.

Si l'on compare cette observation à celles dans lesquelles il y a eu une lésion d'une moitié latérale de la moelle au-dessus du renflement lombaire, on voit immédiatement qu'il y a, entre ces dernières et la première, cette différence radicale que si le mouvement volontaire et le sens musculaire ne sont perdus que dans un seul des deux membres abdominaux, dans les observations que l'on compare, il n'en est pas de même quant à la sensibilité qui est altérée, en plus ou en moins, dans plusieurs parties de ces deux membres, dans le cas d'une lésion sur le renflement lombaire, tandis qu'elle n'est altérée, en plus, que dans le membre paralysé, et, en moins, que dans le membre du côté opposé, dans les cas de lésion au-dessus de

l'origine des nerfs des membres inférieurs. Si, maintenant, je compare ce cas de lésion au renflement lombaire avec les cas de lésion au renflement cervico-brachial, je trouve que les phénomènes sont identiques dans les parties du corps, dont les nerfs proviennent de la moelle, soit au-dessous, soit au-dessus du point lésé, soit aussi de ce point lui-même. Ainsi, dans les cas de lésion au renflement cervico-brachial, il y a du côté de la lésion une zone d'anesthésie placée entre de l'hypéresthésie au-dessus et au-dessous. La même chose existe dans l'observation XXIII, où la lésion siége au renflement lombaire. De plus, dans ce dernier cas comme dans les cas de lésion au renflement cervico-brachial, il y a, dans le côté opposé du corps, conservation des mouvements volontaires et du sens musculaire, malgré l'existence de l'anesthésie et une zone d'hypéresthésie au-dessus des parties anesthétiques.

Si la malade de M. Gendrin, dont l'observation est rapportée dans ce mémoire (Obs. VII, p. 233), avait été examinée avec soin, on aurait trouvé chez elle à bien peu près les mêmes symptômes que chez le malade dont nous venons de donner l'observation. Je pourrais en dire autant d'un malade de M. Hutin (1) et d'un autre de Job à Meckren, cité par Morgagni. (*De sedibus et causis morborum*, Epist. 54, sect. 27.)

11° *Faits montrant que le lieu de passage des conducteurs pour les membres abdominaux est distinct de celui des conducteurs pour les membres thoraciques, dans la moelle épinière.*

A l'appui de cette proposition, un des principaux faits que je connaisse a été publié récemment par le Dr C. Bland Radcliffe. (Voy. *The Lancet*, May, 27, 1865, p. 558.)

Obs. XXIV. *Anesthésie à la douleur, à la température, au toucher et au chatouillement, avec conservation des mouvements volontaires au membre thoracique* GAUCHE, *paralysie avec hypéresthésie au membre thoracique* DROIT.

John R..., âgé de trente ans, fut admis à l'hôpital de Westminster, le 15 février 1859. — Il y a sept mois, il sentit tout à coup de la raideur à la

(1) Voici à peu près tout ce que dit M. Hutin sur ce cas intéressant : « Un militaire reçut une balle qui produisit une paralysie. Peu à peu la paralysie disparut dans le membre inférieur gauche et persista dans le droit. Quatorze ans après, on vit à l'autopsie que la moitié latérale droite de la moelle épinière avait été coupée à la hauteur de la queue de cheval (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1849, vol. XIV, p. 1151).

partie postérieure du cou, peu de temps après s'être fait couper les cheveux. Le jour suivant sa tête se tourna de côté et il éprouva de la difficulté à ouvrir la bouche, à mâcher et à avaler. Il n'y avait ni perte d'appétit ni soif. Pendant les trois ou quatre semaines suivantes un gonflement se montra à la partie postérieure du cou, et, en même temps, le membre thoracique *droit devint faible* et le *gauche s'engourdit*. A l'exception de la syphilis, qu'il avait eue il y a dix ans, sans accidents secondaires, et d'une attaque de goutte rhumatismale aux membres inférieurs, il avait joui d'une assez bonne santé jusqu'à la maladie actuelle.

Le malade est petit et maigre. Sa tête est tirée vers l'épaule droite et ses dents sont pressées les unes contre les autres par un spasme musculaire. Il peut tourner sa tête un peu par un grand effort et peut, par un effort encore plus grand, ouvrir la bouche assez pour faire sortir la pointe de la langue, mais il ne peut faire plus. La mastication est absolument impossible et la déglutition est lente et difficile. A la partie postérieure du cou, de l'occiput à la quatrième ou cinquième vertèbre cervicale, il y a un gonflement mal défini, dur, un peu élastique et nullement douloureux à la pression ou spontanément, qui cependant, lorsqu'on fait mouvoir le cou, est le siége d'une douleur aiguë. Cette douleur se produit aussi le long de l'épine cervicale lorsque celle-ci est secouée dans la marche ou par une autre cause quelconque. La difficulté d'avaler dépend d'un état spasmodique de la gorge, état qui assez souvent produit de la suffocation quand il mange.

Le membre thoracique DROIT *est presque entièrement paralysé des mouvements volontaires et sa sensibilité cutanée paraît être décidément exagérée. Le membre thoracique* GAUCHE, au contraire, *conserve les mouvements volontaires et sa sensibilité cutanée est presque entièrement perdue*. Des mouvements réflexes peuvent être produits dans ces deux membres, mais particulièrement dans le gauche. La sensibilité au toucher, à la douleur, au chatouillement et aux différences de température, examinée à la manière ordinaire et comparée à celle de quatre malades de la même salle, est décidément augmentée dans le membre thoracique droit, tandis qu'elle est à bien peu près abolie dans le membre thoracique gauche. Au contraire, les muscles sont assez sensibles sous une pression profonde sur ce membre gauche et presque insensibles dans le droit. Il n'y a pas une différence très-marquée de température entre les deux membres; mais la main et le bras du côté droit ont un très-faible excès de température sur ceux de gauche, surtout lorsque le malade a tenu ses mains dans ses poches pendant quelques instants. La face est pâle et il n'y a pas de différences de sensibilité ni de température entre ses deux côtés. Les pupilles ne sont ni dilatées ni resserrées et ne paraissent pas différer l'une de l'autre quant à leurs dimensions. Il n'y a ni faiblesse ni engourdissement dans les membres abdominaux; il n'y a rien d'anormal dans la vessie ni dans le rectum; il n'y a pas de symptômes céphaliques, ni de signes de syphilis.

Le 4 avril la tête est encore très-déviée, mais il peut maintenant ouvrir la bouche, et la mastication et la déglutition s'opèrent sans difficulté. Le membre thoracique droit est un peu faible et le gauche un peu engourdi,

mais l'altération du mouvement et celle de la sensibilité y sont à peine marqués.

Je crois qu'il est impossible d'expliquer ce fait autrement qu'en admettant que la moelle était comprimée à droite à la hauteur de l'une des deux ou trois premières vertèbres cervicales. De prime abord, on pourrait imaginer que la lésion siégeait sur les racines antérieures des nerfs du membre thoracique droit et sur les racines postérieures des nerfs du membre thoracique gauche. Mais cette supposition a contre elle nombre de difficultés qui la rendent inacceptable. Je les passe sous silence, et je me bornerai à dire que l'existence de mouvements réflexes dans les deux membres supérieurs, — dans le membre anesthétique comme dans le membre paralysé quant à l'action de la volonté sur les muscles, — est absolument inconciliable avec la supposition d'une altération, soit des racines postérieures, soit des racines antérieures.

En admettant, au contraire, que la moitié latérale droite de la moelle épinière était lésée à la partie supérieure de la région cervicale, on s'explique aisément la perte du mouvement volontaire, l'hypéresthésie et l'élévation relative de température dans le membre supérieur droit et l'anesthésie avec conservation du mouvement volontaire dans le membre supérieur gauche. La même lésion peut expliquer aussi la déviation de la tête à droite et même les contractions spasmodiques des muscles de la mâchoire et de l'arrière-gorge, contractions très-probablement réflexes, causées en partie par l'irritation du nerf spinal accessoire (Voy. ce Journal, 1863, p. 300).

Des expériences sur plusieurs espèces de mammifères, comparées à nombre de faits pathologiques observés sur l'homme, m'ont montré que les conducteurs pour le mouvement volontaire des membres thoraciques ne passent pas par la même partie que ceux des membres abdominaux. Il en est de même pour les conducteurs des impressions sensitives. Je réserve pour un mémoire spécial l'exposition et la discussion des faits expérimentaux et cliniques que j'ai rassemblés concernant ce point si intéressant en physiologie comme en pathologie. Je me bornerai ici à faire remarquer que plusieurs des faits contenus dans ce mémoire suffisent à mettre hors de doute la distinction capitale de lieux de passage spéciaux pour les conducteurs des

membres thoraciques d'une part et ceux des membres abdominaux d'une autre part.

Par suite d'une lésion de la moelle cervicale, il y a eu : 1° chez le malade de l'observation V, p. 137, paralysie du membre thoracique droit, anesthésie du membre abdominal gauche; 2° chez la malade de l'observation IX, p. 240, il y a eu paralysie d'abord du membre thoracique droit, puis du membre abdominal droit, et anesthésie du membre abdominal gauche seul d'abord, mais plus tard légèrement aussi des deux membres thoraciques; 3° chez le malade de l'observation XII, p. 246, il y a eu d'abord paralysie des deux membres thoraciques et du membre abdominal droit, plus tard du membre thoracique droit surtout, les autres ayant recouvré beaucoup de puissance motrice; tandis qu'il y avait de l'anesthésie dans les membres thoracique et abdominal du côté gauche; 4° chez le malade de l'observation XXI, p. 607, il y a eu paralysie des deux membres thoraciques et du membre abdominal droit, et anesthésie des membres thoracique et abdominal à gauche.

Je me bornerai à ajouter que ces faits, avec nombre d'autres, montrent que les conducteurs pour le mouvement volontaire des membres thoraciques, à la partie supérieure de la région cervicale de la moelle épinière, sont plus superficiels que ceux des membres abdominaux, et que les conducteurs des diverses espèces d'impressions sensitives des membres abdominaux sont groupés en arrière de ceux des membres thoraciques.

12°. *Des mouvements réflexes dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière chez l'homme.*

Si l'on admet que, dans les observations que j'ai rapportées, la moelle épinière était lésée du côté de la paralysie du mouvement, on trouve que la lésion d'une moitié latérale du centre nerveux spinal influence tout autrement la faculté réflexe chez l'homme que chez les animaux. En effet, les mouvements réflexes sont plus énergiques dans les membres paralysés que dans les membres anesthésiés chez les animaux; tandis que chez l'homme ce sont les membres anesthésiés qui ont le plus d'action réflexe. C'est ce qui a été observé chez tous les malades (excepté un seul), chez lesquels on a fait l'examen de l'intensité des mouvements réflexes. Je renvoie pour les détails aux observations IX, p. 240, XII, p. 246, XIII, p. 583, XIV, p, 589, XV, p. 593, XVIII, p. 601, XXIII, p. 616, XXIV, p. 619.

13°. *Des mouvements convulsifs dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière chez l'homme.*

Il existe au moins deux espèces distinctes de mouvements convulsifs dans ces cas. L'une des deux comprend toutes les contractions musculaires involontaires ayant lieu dans les membres paralysés, telles que soubresauts, tremblements, crampes, contracture, etc. C'est à ce groupe qu'appartiennent les convulsions, alternativement toniques et cloniques, qui seules méritent, comme je l'ai montré ailleurs, le nom d'*épilepsie spinale*. Il y a eu des mouvements convulsifs de cette espèce (je le répète, dans les membres paralysés) chez les malades des observations VI, p. 142, XII, p. 246, XIII, p. 583, XVI, p. 596 et XVII, p. 599.

L'autre espèce de mouvements convulsifs consiste en convulsions épileptiformes dans les membres non paralysés. Un seul de mes malades a eu, d'une manière incontestable, des attaques de ce genre, ressemblant beaucoup aux attaques d'épilepsie qui se produisent, ainsi que je l'ai trouvé, chez certains animaux, après la section d'une moitié latérale de la moelle épinière (Voy. Obs. VI, p. 142). Dans un cas publié par le Dr E. Geddings (*North Amer. Archives of Med. and Surg. Science.* Baltimore, 1835, vol. I, p. 110), il y avait une lésion considérable d'une moitié latérale de la moelle au niveau de la seconde vertèbre cervicale, causée par une exostose, ayant produit des convulsions très-violentes et beaucoup de douleur pendant dix-huit mois. L'auteur ne donne malheureusement aucun détail sur le siége de ces convulsions, ni sur la sensibilité, les mouvements volontaires, la respiration, etc., chez son malade.

14°. *Des mouvements respiratoires chez l'homme dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle cervicale.*

On sait que Moritz Schiff (1) a soutenu que les cordons latéraux à la partie supérieure de la moelle épinière sont la voie de transmission du centre nerveux respiratoire aux muscles servant à la respiration. Je montrerai ailleurs que les cordons latéraux n'ont pas la fonction que Schiff leur attribue. Dans la plupart des observations contenues dans ce mémoire, la lésion a eu lieu trop bas dans la moelle pour servir à prouver l'exactitude ou la fausseté de la manière de voir de Schiff; mais elles

(1) *Untersuchungen zur Physiol. des Nervensystems*, etc., 1855, p. 202.

offrent quelque intérêt, cependant, en raison de la persistance, qui a été quelquefois notée, des mouvements des côtes. Ainsi, je trouve que la respiration n'était pas troublée chez le malade de l'observation VI, p. 140; que les côtes se mouvaient également des deux côtés, mais peu, chez le malade de l'observation IX, p. 240; que les mouvements respiratoires (ceux des côtes comme ceux du diaphragme) étaient parfaitement normaux chez la malade de l'observation XIII, p. 525; et, enfin, que la respiration s'opérait aussi bien à droite qu'à gauche, chez T. R. (Obs. XVII, p. 599). Dans trois autres cas, au contraire, il y avait quelque gêne de la respiration, dans deux desquels (Obs. V, p. 138 et VIII, p. 238) la gêne était, selon toute apparence, due à une lésion du nerf phrénique; tandis que dans l'autre (Obs. XII, p. 245), le thorax restait sans expansion, par suite, probablement, d'une lésion occupant plus d'une moitié latérale de la moelle épinière.

15°. *Influence d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière sur les organes génitaux, la vessie et le rectum.*

J'ai montré dans ce journal (vol. II, 1859, p. 152) que les premiers faits sur lesquels Budge appuyait l'opinion qu'il existe dans le renflement dorso-lombaire de la moelle épinière des centres indépendants pour les mouvements des organes génitaux, de la vessie et du rectum, ne démontraient pas cette indépendance et ne pouvaient servir qu'à faire connaître les limites des centres pour les phénomènes réflexes de ces parties. D'après des recherches postérieures, Budge (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences,* 1864, vol. LIX, p. 290) est arrivé à admettre que l'encéphale envoie des fibres nerveuses au sphincter de la vessie, qui passent le long des cordons antérieurs de la moelle épinière, et en sortent avec les premiers nerfs sacrés. Je montrerai ailleurs que les mouvements en partie réflexes, en partie volontaires des organes génitaux, des muscles évacuateurs ou rétenteurs des matières fécales, de même que de ceux servant à la rétention ou à l'expulsion de l'urine, s'accomplissent par l'intervention de bien plus de nerfs à action centripète et à action centrifuge que Budge ne l'imagine. Je montrerai alors que les centres spinaux pour les mouvements de la vessie, du rectum et des organes génitaux, ne diffèrent des centres spinaux pour les mouvements d'extension, de flexion et autres des membres qu'en ce qu'ils sont un peu

plus sous l'influence de la puissance réflexe et un peu moins sous l'influence de la volonté, mais qu'ils diffèrent essentiellement du seul centre nerveux, vraiment indépendant de la volonté, qui soit capable de produire des mouvements combinés, le centre nerveux respiratoire. Je me bornerai ici à faire remarquer qu'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière a suffi, chez la plupart des malades des observations contenues dans ce mémoire, pour produire des désordres dans l'évacuation de l'urine ou des matières fécales ou dans les organes génitaux. Il y a eu rétention d'urine dans les cas de lésion de la moelle dorsale et incontinence d'urine dans les cas de lésion de la moelle cervicale. Quant au rectum, il a été paralysé dans nombre de cas (Obs. IV, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII et XXIII). Enfin quant au pouvoir sexuel, conservé chez deux malades (Obs. IV et XI), il a été perdu ou diminué chez quatre malades (Obs. VI, XIV, XV et XVII).

16°. *Température et nutrition dans les membres atteints d'anesthésie ou de paralysie par suite d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière.*

Je ne veux pas discuter ici les questions physiologiques et pathologiques importantes, qui concernent l'influence des lésions de la moelle épinière sur la température des membres paralysés et sur la nutrition de ces membres. Je me bornerai à indiquer sommairement ce qui a été observé chez les malades dont l'histoire se trouve dans ce mémoire.

Quant à la température des membres inférieurs, je trouve qu'elle était plus élevée dans le membre paralysé que dans le membre anesthétique dans les observations VI, VIII, XIII, XIV et XVIII. Le même fait a été noté pour les membres supérieurs dans les observations VI et XXIV. Dans quelques cas, il n'y avait pas de différence de température entre les deux côtés du corps (Obs. IV et XV). Dans un cas, les deux membres inférieurs avaient une diminution de température (Obs. X); et enfin dans un cas (Obs. XII), il est dit que le côté anesthétique était souvent plus chaud que l'autre. La doctrine que j'ai été le premier à introduire dans la science (1), et d'après laquelle les membres paralysés, par suite d'une section transversale d'une

(1) Voyez le journal *The Medical Examiner*. Philadelphia. January 1853, p. 137 et mon ouvrage : *Experim. Researches applied to Physiol. and Pathol.* New-York 1853, p. 73.

moitié latérale ou des deux moitiés de la moelle épinière, ont en général une température plus élevée que les membres sains, en raison de la paralysie des nerfs vaso-moteurs et de la dilatation consécutive des vaisseaux sanguins; cette doctrine, acceptée de tout le monde maintenant, n'est contredite qu'en apparence par quelques-uns des faits que je viens de mentionner. En effet, j'ai trouvé, chez les mammifères, que sous l'influence d'un état inflammatoire de la moelle épinière, à l'endroit d'une section d'une moitié latérale, les nerfs vaso-moteurs étant irrités, il peut y avoir diminution de la température d'une partie paralysée, et toutes les conditions intermédiaires entre les effets d'un spasme et ceux d'un relâchement paralytique des vaisseaux sanguins. En d'autres termes, il en est de même à l'égard des vaisseaux qu'à l'égard des muscles de la vie animale, qui peuvent être atteints de contracture ou de relâchement paralytique.

Quant aux altérations de nutrition, elles ont été très-variées, ainsi que le sont d'ordinaire les effets d'une irritation des parties excitables du système nerveux. Ainsi dans l'observation I, il y a eu une inflammation des reins et de la vessie, et un abcès dans la rate; dans l'observation IV, il est survenu, en dix ou douze jours après la blessure, diverses altérations dans le membre hypéresthétique et paralysé : accumulation de liquide dans l'articulation du genou, peau sèche, rugueuse, couverte d'écailles épidermiques et infiltration du membre, et du côté anesthétique, escarre à la fesse, puis, trois ans après, au genou, de ce même côté, des phlyctènes et une escarre; dans l'observation VI, atrophie des membres paralysés et altération considérable des ongles; dans l'observation VIII, les membres paralysés et hypéresthétiques étaient notablement atrophiés et la main et le pied œdémateux, trois mois après la lésion; dans l'observation XIII, l'urine devint ammoniacale très-rapidement, mais redevint normale ensuite; dans l'observation XIV, rougeur et gonflemement au sacrum; dans l'observation XXIII, œdème aux deux membres inférieurs, puis altération des ongles, inflammation et abcès du tissu sous-onguéal aux deux gros orteils et exostose. En outre, il y a eu, dans plusieurs autres cas, de l'atrophie dans les membres paralysés.

Une conclusion évidente ressort de ces faits, c'est que les nerfs capables d'influencer la nutrition d'un côté du corps pas-

sent comme les nerfs du mouvement volontaire par le côté correspondant de la moelle épinière.

D'autres faits, cependant, montrent que la nutrition et les sécrétions peuvent persister à l'état normal, dans les parties anesthétiques comme dans les parties paralysées, sensibles ou hypéresthétiques : ainsi il est dit, dans l'observation XII, qu'il n'y avait aucune altération de nutrition, et la sécrétion spermatique semble avoir été normale dans un cas (Obs. IV); la sécrétion du lait était normale dans le cas de H. Ley (Obs. XIX), et la sécrétion urinaire est restée normale dans plusieurs cas.

17° *Des phénomènes observés aux yeux, à la face et dans d'autres parties au-dessus du siége d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière.*

Chez deux des malades que j'ai observés (Obs. VI et XIII), il y avait plusieurs des phénomènes que j'ai, le premier, signalés comme étant une conséquence d'une section d'une moitié latérale de la moelle épinière (1). Dans les deux cas, les paupières du côté (supposé) de la lésion de ce centre nerveux étaient à demi closes, et il y avait un peu de contracture de quelques-uns des muscles de la face du même côté. De plus, dans l'observation XIII, il y avait congestion et rougeur de la conjonctive et de l'oreille de ce côté, élévation relative de la température de la face et de l'oreille, avec hypéresthésie à la douleur et au toucher, à la face et au cou (même côté), ainsi que resserrement de la pupille de l'œil congestionné. Dans l'autre cas (Obs. VI), il y avait sécrétion lacrymale abondante et vision moins bonne que de l'autre œil, ainsi qu'hémicranie, du côté où la paralysie des membres existait. Il n'est pas douteux, conséquemment, que les fibres originelles du principal nerf vasomoteur de la tête, — le grand sympathique cervical, — ont été coupées chez ces deux malades dans la moitié latérale de la moelle épinière cervicale du côté correspondant au côté de la face et du cou où les phénomènes que je viens de mentionner ont été observés.

(1) Avant Budge et Waller, j'ai annoncé que la section d'une moitié latérale de la moelle épinière peut produire les phénomènes que l'on sait suivre la section du grand sympathique cervical. J'ai aussi, le premier, trouvé que la section d'une moitié latérale de la moelle épinière fait élever la température des membres que cette lésion paralyse (Voy. *The Medical Examiner*, August 1852, p. 489, et 1853, p. 137, et *Exp. Res. appl. to Physiol. etc.*, 1853. p. 9 et 73).

distincts : les uns prouvent d'une manière directe l'entre-croisement, dans la moelle épinière, des conducteurs de deux espèces au moins d'impressions sensitives; les autres prouvent l'entre-croisement des conducteurs des quatre espèces d'impressions sensitives, mais seulement d'une manière indirecte.

Si les malades des observations appartenant au premier groupe avaient été étudiés avec plus de soin, il n'y aurait pas eu besoin de faire appel à d'autres faits cliniques pour démontrer l'entre-croisement des conducteurs des impressions sensitives. Une des observations de ce groupe, qui n'en contient que trois, n'est malheureusement qu'une assertion sans détails (Obs. III); une autre ne nous donne pas de renseignements suffisants sur le degré et l'étendue de la paralysie et de l'anesthésie et ne dit pas quelles espèces de sensibilité étaient diminuées (Obs. II), et la meilleure des trois (Obs. I) signale la perte complète de sensibilité, mais sans dire si l'on a cherché si toutes les espèces de sensibilité étaient perdues. Cette dernière observation, pourtant, est absolument positive, au moins en ce qui concerne les sensibilités au toucher et à la douleur : en effet, on y voit qu'une lésion occupant surtout la substance grise de la moelle épinière *à droite* a déterminé, chez le malade, une perte complète de la sensibilité *à gauche*, et a laissé persister cette propriété à droite. Par ce mot sensibilité, on entendait parler, je le répète, au moins du toucher et de la douleur. Je pourrais donc me contenter de ce fait pour démontrer que, chez l'homme, les conducteurs des impressions de toucher et de douleur s'entre-croisent en totalité dans la moelle épinière. Mais en faisant voir, à l'aide d'autres faits, que les conducteurs des impressions de chatouillement et de température s'entre-croisent aussi, en totalité, dans la moelle épinière, je ferai voir que ces autres faits, bien que d'une manière indirecte, démontrent aussi ce que prouve directement, à l'égard du toucher et de la douleur, le fait dont je viens de parler.

Quant au second groupe de faits cliniques, il y a plusieurs modes de démonstration de leur valeur à l'appui de l'opinion que je soutiens.

1° Je pourrais faire voir par l'étude de chacun de ces faits cliniques que les phénomènes qu'ils ont présenté, quant aux altérations des diverses espèces de sensibilité et du sens musculaire, ne peuvent s'expliquer par aucune autre théorie que

considérée comme une cause essentielle d'abréviation de la vie. Cela ressort d'une manière évidente des deux observations du Dr Lente (X et XI) de l'histoire de F... qui a été blessé il y a douze ans, et surtout de celle de T. R... qui a été blessé, il y a plus de 24 ans, à la partie supérieure de la moelle cervicale. Dans le cas de M. Hutin que j'ai déjà cité, la vie a duré 14 ans, après la section d'une moitié latérale de la moelle à sa partie inférieure.

Quant au retour des fonctions et des propriétés perdues, il est extrêmement remarquable que, contrairement à ce que l'on sait à l'égard des phénomènes qui suivent la réunion des nerfs mixtes coupés, le mouvement volontaire revient plus tôt que la sensibilité. Cela a été évident, surtout dans les observations IV, V, VI, VIII, X, XI et XVII. Dans aucun de ces cas, excepté un (Obs. IV), le retour des mouvements volontaires n'a été complet. A peine y a-t-il eu retour partiel de la sensibilité dans la plupart de ces cas, et il est remarquable que la persistance d'une anesthésie presque absolument complète a eu lieu surtout chez l'individu qui a été blessé il y a déjà plus de 24 ans (Obs. XVII) et dans le cas où le mouvement volontaire est revenu le plus tôt et le plus complétement (Obs. IV). Des diverses espèces de sensibilité, c'est le toucher qui est revenu partiellement le plus tôt.

Négligeant diverses autres particularités intéressantes dans les observations contenues dans ce mémoire, j'arrive maintenant à la discussion des principales questions que je me suis proposé de résoudre dans ce travail, insistant particulièrement sur la *valeur des faits et des raisonnements exposés dans ce mémoire, considérés comme preuves de l'entre-croisement dans la moelle épinière, des conducteurs des impressions de toucher, de chatouillement, de douleur et de température.*

Je crois qu'il est inutile d'entrer dans de grands détails pour faire voir que les faits que j'ai rapportés démontrent l'existence de cet entre-croisement, car il me paraît impossible qu'on ne partage pas mon opinion si on lit attentivement ce travail. Je me bornerai donc à une courte discussion, qui, j'espère, sera plus que suffisante.

Les faits cliniques que j'ai rapportés forment deux groupes

même où les phénomènes qui viennent d'être mentionnés se sont montrés.

Toute la question maintenant est donc de savoir si l'anesthésie existant dans le côté opposé du corps, chez ces malades, était due à la même lésion qui avait produit ces phénomènes ou si elle dépendait d'une autre lésion dont le siége aurait été dans le côté de la moelle épinière correspondant au côté du corps où cette anesthésie existait. En d'autres termes, tout se résume en ceci : *y avait-il chez ces malades, outre la lésion incontestable qui produisait, dans le côté où elle existait, de la paralysie, de l'hypéresthésie, etc., une autre lésion, siégeant dans l'autre côté de la moelle et produisant l'anesthésie qui existait chez eux dans le côté du corps non paralysé?* Comme réponse à cette question, je demande où est le physiologiste ou le médecin capable d'admettre qu'une lésion, occupant dans une moitié latérale de la moelle une étendue transversale assez considérable pour produire, comme dans l'observation XIII, par exemple, une anesthésie complète au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température, a pu y exister sans produire, dans le même côté du corps, au moins quelque légère trace d'altération dans la force des mouvements volontaires ou dans la précision du sens musculaire, ou enfin quelque apparence de l'un ou de plusieurs des phénomènes vasculaires ou oculaires dus à une lésion des origines du grand sympathique cervical ?

Comme il me semble certain que l'on ne peut pas, en présence de cette objection, supposer l'existence d'une seconde lésion de la moelle épinière pour expliquer l'anesthésie, je me bornerai à une simple mention de deux raisons excellentes, tout aussi valables que cette objection, contre l'hypothèse de l'existence d'une lésion dans chacune des deux moitiés latérales de la moelle, l'une produisant de la paralysie et de l'hypéresthésie, l'autre produisant de l'anesthésie. La première de ces raisons est que la lésion qui produirait la perte de sensibilité devrait toujours occuper la même portion transversale d'une moitié latérale de la moelle épinière et qu'il est impossible d'admettre qu'une lésion à siége si fixe accompagne toujours soit une plaie, soit une hémorrhagie, soit d'autres causes d'altération de l'autre côté de la moelle. La seconde raison est qu'en admettant que l'anesthésie est produite par

une lésion spéciale dans la moitié correspondante de la moelle, on ne peut pas expliquer pourquoi des lésions variées de l'autre moitié latérale de la moelle, occupant tantôt une partie, tantôt une autre de l'épaisseur transversale de cette moitié, n'ont jamais produit d'anesthésie, ni au toucher, ni au chatouillement, ni à la douleur, ni à la température, dans le même côté où se trouvent la paralysie, l'élévation de la température, etc.

Ainsi donc, je puis dire qu'il est prouvé que dans celles des observations que j'ai rapportées dans lesquelles il n'y avait de paralysie que dans un des côtés du corps, il n'y avait pas dans la moelle épinière deux lésions : l'une siégeant dans une des moitiés latérales de cet organe, et ne produisant que de l'anesthésie dans le côté correspondant du corps, l'autre siégeant dans l'autre moitié latérale de la moelle, et produisant dans le même côté de la paralysie, de l'hypéresthésie, etc. Il suit de là que, dans ces cas, c'est une seule et même lésion, n'existant que dans une moitié latérale de ce centre nerveux, qui a produit tous les phénomènes et surtout l'anesthésie du côté opposé et la paralysie et l'hypéresthésie du côté correspondant.

Non-seulement l'exactitude de l'opinion que je soutiens est prouvée par l'impossibilité d'expliquer autrement les faits cliniques que j'ai rapportés, mais on y est conduit aussi : 1° par la ressemblance entre les phénomènes observés chez les animaux et ceux observés chez l'homme, dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière ; 2° par la parfaite harmonie entre toutes les nécessités de la théorie et les détails des faits observés chez l'homme (comme, par exemple, l'existence d'une zone transversale d'anesthésie entre les parties hypéresthétiques du côté lésé) ; 3° enfin par la démonstration directe donnée à l'égard de deux au moins des espèces de sensibilité, par les observations I, II et III.

Je m'étais proposé d'ajouter aux preuves tirées de l'étude des faits cliniques dans lesquels la lésion siégeait à la moelle épinière, d'autres preuves tirées de l'étude de faits cliniques dans lesquels la lésion siégeait à la base de l'encéphale ; mais ce travail étant déjà trop long (1), je renvoie l'exposé et la discussion de ces derniers faits à un autre mémoire qui paraîtra

(1) Je suis contraint de me borner à une simple mention de trois autres séries de faits cliniques qui ont trait aux questions discutées dans ce mémoire. *Première*

même où les phénomènes qui viennent d'être mentionnés se sont montrés.

Toute la question maintenant est donc de savoir si l'anesthésie existant dans le côté opposé du corps, chez ces malades, était due à la même lésion qui avait produit ces phénomènes ou si elle dépendait d'une autre lésion dont le siége aurait été dans le côté de la moelle épinière correspondant au côté du corps où cette anesthésie existait. En d'autres termes, tout se résume en ceci : *y avait-il chez ces malades, outre la lésion incontestable qui produisait, dans le côté où elle existait, de la paralysie, de l'hypéresthésie, etc., une autre lésion, siégeant dans l'autre côté de la moelle et produisant l'anesthésie qui existait chez eux dans le côté du corps non paralysé?* Comme réponse à cette question, je demande où est le physiologiste ou le médecin capable d'admettre qu'une lésion, occupant dans une moitié latérale de la moelle une étendue transversale assez considérable pour produire, comme dans l'observation XIII, par exemple, une anesthésie complète au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température, a pu y exister sans produire, dans le même côté du corps, au moins quelque légère trace d'altération dans la force des mouvements volontaires ou dans la précision du sens musculaire, ou enfin quelque apparence de l'un ou de plusieurs des phénomènes vasculaires ou oculaires dus à une lésion des origines du grand sympathique cervical ?

Comme il me semble certain que l'on ne peut pas, en présence de cette objection, supposer l'existence d'une seconde lésion de la moelle épinière pour expliquer l'anesthésie, je me bornerai à une simple mention de deux raisons excellentes, tout aussi valables que cette objection, contre l'hypothèse de l'existence d'une lésion dans chacune des deux moitiés latérales de la moelle, l'une produisant de la paralysie et de l'hypéresthésie, l'autre produisant de l'anesthésie. La première de ces raisons est que la lésion qui produirait la perte de sensibilité devrait toujours occuper la même portion transversale d'une moitié latérale de la moelle épinière et qu'il est impossible d'admettre qu'une lésion à siége si fixe accompagne toujours soit une plaie, soit une hémorrhagie, soit d'autres causes d'altération de l'autre côté de la moelle. La seconde raison est qu'en admettant que l'anesthésie est produite par

une lésion spéciale dans la moitié correspondante de la moelle, on ne peut pas expliquer pourquoi des lésions variées de l'autre moitié latérale de la moelle, occupant tantôt une partie, tantôt une autre de l'épaisseur transversale de cette moitié, n'ont jamais produit d'anesthésie, ni au toucher, ni au chatouillement, ni à la douleur, ni à la température, dans le même côté où se trouvent la paralysie, l'élévation de la température, etc.

Ainsi donc, je puis dire qu'il est prouvé que dans celles des observations que j'ai rapportées dans lesquelles il n'y avait de paralysie que dans un des côtés du corps, il n'y avait pas dans la moelle épinière deux lésions : l'une siégeant dans une des moitiés latérales de cet organe, et ne produisant que de l'anesthésie dans le côté correspondant du corps, l'autre siégeant dans l'autre moitié latérale de la moelle, et produisant dans le même côté de la paralysie, de l'hypéresthésie, etc. Il suit de là que, dans ces cas, c'est une seule et même lésion, n'existant que dans une moitié latérale de ce centre nerveux, qui a produit tous les phénomènes et surtout l'anesthésie du côté opposé et la paralysie et l'hypéresthésie du côté correspondant.

Non-seulement l'exactitude de l'opinion que je soutiens est prouvée par l'impossibilité d'expliquer autrement les faits cliniques que j'ai rapportés, mais on y est conduit aussi : 1° par la ressemblance entre les phénomènes observés chez les animaux et ceux observés chez l'homme, dans les cas de lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière ; 2° par la parfaite harmonie entre toutes les nécessités de la théorie et les détails des faits observés chez l'homme (comme, par exemple, l'existence d'une zone transversale d'anesthésie entre les parties hypéresthétiques du côté lésé) ; 3° enfin par la démonstration directe donnée à l'égard de deux au moins des espèces de sensibilité, par les observations I, II et III.

Je m'étais proposé d'ajouter aux preuves tirées de l'étude des faits cliniques dans lesquels la lésion siégeait à la moelle épinière, d'autres preuves tirées de l'étude de faits cliniques dans lesquels la lésion siégeait à la base de l'encéphale ; mais ce travail étant déjà trop long (1), je renvoie l'exposé et la discussion de ces derniers faits à un autre mémoire qui paraîtra

(1) Je suis contraint de me borner à une simple mention de trois autres séries de faits cliniques qui ont trait aux questions discutées dans ce mémoire. *Première*

dans un nouveau journal dont je commencerai prochainement la publication. Je me bornerai à dire ici que si les conducteurs des diverses impressions sensitives s'entre-croisaient dans la moelle allongée, nous trouverions, dans les cas de lésion d'une moitié latérale de ce centre nerveux, de l'anesthésie dans les deux côtés du corps. Or il n'en existe que dans la moitié du corps du côté opposé : d'où il suit que l'entre-croisement a eu lieu avant l'arrivée de ces conducteurs à la moelle allongée, c'est-à-dire dans la moelle épinière. Je renverrai les lecteurs de ce journal au travail que j'ai publié sur la protubérance annulaire, et en particulier au cas de S. Annan (vol. I, 1858, p. 523 et 755, et vol. II, 1859, p. 121).

Les faits pathologiques relatifs à la moelle allongée montrent, de plus, que les conducteurs servant au sens musculaire s'entre-croisent à la partie inférieure de ce centre nerveux ou à la partie supérieure de la moelle cervicale.

Je m'étais aussi proposé d'examiner différentes questions concernant les opinions émises par Moritz Schiff et Chauveau :

série : Le Dr Copland dit que dans l'épilepsie il y a quelquefois anesthésie dans un membre et paralysie dans le membre correspondant de l'autre côté (*Dict. of pract. Medicine,* 1844, vol. I, p. 795). Je trouve cité un cas de ce genre dans les *Ephemeridæ Naturæ Curios.*, Cent. II, Obs. 196. Le Dr J. Cooke (*Hist. and Method of Cure of Palsy,* 1821) dit que Ramazzini parle d'un individu ayant perdu la sensibilité seulement dans un des membres inférieurs et le mouvement seulement dans l'autre. Il rapporte aussi que Sénac a vu un cas d'hypéresthésie et de paralysie d'un des deux membres supérieurs avec anesthésie de l'autre, où le mouvement volontaire était pourtant parfait. Burserius, dit-il, mentionne qu'Heister a vu un cas semblable. Enfin R. Leroy d'Étiolles rapporte (*Des paralysies des membres inférieurs,* seconde partie, 1857, p. 116) un cas de paralysie hystérique dans lequel la sensibilité était perdue d'un côté et le mouvement de l'autre. — *Seconde série :* Nombre d'observations de lésions d'une moitié latérale de la moelle épinière ont été publiées, dans lesquelles on ne trouve aucune mention de l'état de la sensibilité dans le côté du corps opposé à celui de la lésion. Tels sont : le cas célèbre de Bégin (*Recueil de méd. chir. et pharm. militaires,* vol. XLIX, 1840, p. 325) ; un cas d'Andral (*Clinique médicale*, 2e édit., vol. V, p. 131) ; un cas d'Abercrombie (*Pathol. and Pract. Res. on Diseases of the Brain.* 4 th. ed., 1845, p. 362) ; un cas d'Ollivier, d'Angers (*Traité des malad. de la moelle épin.*, 2e éd., vol. II, p. 170) ; un cas de Nichet (*Gaz. méd. de Paris,* 1835, p. 533, obs. VIII), et plusieurs autres cas de Bright, de Todd et d'autres observateurs. — *Troisième série :* Il existe deux cas intéressants de plaie de la moelle épinière, dans lesquels la perte du mouvement et l'anesthésie ont été plus considérables ou plutôt de plus longue durée dans un côté du corps que dans l'autre. Ces cas, rapportés par Morgagni (*De sedibus et causis morborum.* Nova ed., 1822, vol. VI, p. 515), et Ollivier, d'Angers (*loc. cit.*, vol. I, p. 373), ont présenté des phénomènes très-complexes. Si la place ne me manquait, je montrerais cependant qu'ils n'ont rien de contraire aux opinions que je soutiens.

mais il me semble que les faits cliniques rapportés dans ce mémoire sont si décisifs contre ces opinions qu'il est inutile de les discuter. Je renverrai le lecteur aux observations I, IV, VI, VIII, XIII, XV, XVII et XXIII, qui prouvent clairement que, si ces opinions ont pu paraître vraies d'après l'expérimentation sur les animaux, les faits observés chez l'homme leur sont absolument contraires.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

I. On observe les particularités suivantes, chez l'homme, à la suite d'une lésion altérant toute l'épaisseur transversale d'une petite portion d'une moitié latérale de la moelle épinière. — *Du côté correspondant :* 1° paralysie du mouvement volontaire; 2° hypéresthésie au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température dans les parties paralysées; 3° zone d'anesthésie, peu considérable, dans les parties dont les nerfs naissent immédiatement au-dessous du siége de la lésion; 4° hypéresthésie plus ou moins étendue au-dessus de la zone anesthétique; 5° élévation absolue ou relative de température dans les parties paralysées et souvent aussi dans des parties hypéresthésiées, mais non paralysées; 6° phénomènes de paralysie des origines du nerf grand sympathique cervical quand la lésion siége au renflement cervico-brachial. — *Du côté opposé :* 1° anesthésie complète, absolue au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température dans les parties correspondantes à celles qui sont paralysées de l'autre côté; 2° conservation parfaite des mouvements volontaires et du sens musculaire; 3° zone peu étendue d'hypéresthésie à un faible degré au-dessus des parties anesthésiées (1).

II. La persistance de la sensibilité au toucher, au chatouillement, à la douleur et à la température, dans les parties paralysées, du côté d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière, chez l'homme, et la perte absolue des mêmes espèces

(1) Outre les symptômes mentionnés ci-dessus, j'ai observé chez des mammifères les particularités suivantes dont quelques-unes n'ont pas existé ou n'ont existé que dans deux ou trois cas chez l'homme ou que l'on n'a pas pu chercher : — il se produit quelquefois une cataracte ou une amaurose, ou bien la cornée s'opacifie ou s'ulcère ; les capsules surrénales s'hypertrophient; une affection épileptiforme survient, se manifestant par attaques spontanées ou provoquées par l'expérimentateur ; enfin les propriétés vitales des tissus contractiles et des nerfs s'augmentent notablement dans toutes les parties hyperesthésiées.

de sensibilité dans les parties correspondantes du côté opposé, sont deux preuves incontestables de l'existence, dans la moelle épinière de l'homme, d'un entre-croisement absolument complet des conducteurs appartenant aux diverses espèces de sensibilité excepté le sens musculaire (1).

III. Les faits cliniques démontrent aussi : 1° que chacune des quatre espèces d'impressions sensitives possède des conducteurs absolument distincts de ceux des autres espèces ; 2° que chacune de ces espèces de conducteurs occupe une partie spéciale de la moelle épinière ; 3° qu'à la partie supérieure de la moelle cervicale, les quatre espèces de conducteurs venant des membres abdominaux et d'une grande partie du tronc, forment un groupe placé en arrière d'un semblable groupe constitué par les conducteurs venant des membres thoraciques (2).

(1) Ce n'est pas seulement à l'aide du compas, de piqûres, d'applications de glace, de courants galvaniques, etc., qu'il a été constaté que la sensibilité persiste et même est augmentée, dans les parties paralysées du côté d'une lésion d'une moitié latérale de la moelle épinière, c'est aussi par la persistance de la faculté de reconnaître avec une parfaite exactitude et sans hésitation, le lieu d'application d'une excitation tactile ou de chatouillement ou encore thermoscopique ou douloureuse. J'ajoute que chez tous les malades que j'ai vus la vitesse de perception d'une sensation était aussi grande qu'à l'état de santé. Il ne peut donc rester aucun doute à l'égard de l'existence, sans diminution aucune, des quatre espèces de sensibilité, avec tous leurs caractères, dans les parties paralysées du côté d'une altération transversale d'une moitié latérale de la moelle épinière. — Je montrerai ailleurs que l'entre-croisement des conducteurs des impressions de température se fait au lieu même de leur entrée dans la moelle et que des trois autres espèces de conducteurs ce sont ceux du toucher qui se propagent le plus loin dans cet organe avant de s'entre-croiser. Néanmoins les conducteurs du toucher, comme les autres, s'entre-croisent en totalité, ce qui suffit pour faire rejeter définitivement l'opinion de Schiff que le cordon postérieur d'un côté est la voie de transmission des impressions tactiles de ce côté à l'encéphale

(2) Pour d'autres conclusions relatives à l'hypéresthésie, au sens musculaire aux sensations subjectives, à l'épilepsie spinale, à l'influence de la moelle épinière sur la température et la nutrition des parties paralysées ou anesthétiques et sur la vessie et le rectum, au lieu de passage des conducteurs pour le mouvement volontaire des membres thoraciques et des membres pelviens, au retour des fonctions perdues après les lésions de la moelle épinière, etc., — je renverrai au texte du mémoire et surtout aux pages 136, 144 et de 610 à 645.

MÉMOIRE

SUR LES

TISSUS CONTRACTILES ET LA CONTRACTILITÉ

PAR LE DOCTEUR

Charles ROUGET

Professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier.

(Planches VI, VII et VIII.)

Mes premières recherches sur la structure des tissus musculaires remontent à une dizaine d'années. A cette époque, mon attention fut appelée sur ce sujet par l'insuffisance de nos connaissances relativement aux caractères distinctifs des éléments contractiles. Ajoutée à ce que l'on savait déjà sur la structure des faisceaux primitifs striés, la démonstration des éléments fusiformes des muscles lisses était loin d'avoir comblé cette lacune. Kölliker avait surtout appelé l'attention sur la forme particulière de ses fibres-cellules et sur leurs noyaux en bâtonnet. On ne tarda pas à décrire comme éléments musculaires de la rate humaine, des corps fusiformes à noyaux, dont Kölliker lui-même démontra la nature épithéliale; tandis que d'autre part, aucun observateur ne parvenait à découvrir dans ce même organe les agents d'une contractilité, que l'expérimentation physiologique démontre ne le céder en rien à celle que l'on observe chez les animaux dont la capsule et les trabécules spléniques renferment des fibres-cellules parfaitement caractérisées (*chien*, *porc*, *bœuf*, etc.). Enfin dans mes recherches sur les organes de la génération (1), j'avais rencontré

(1) Voy. Recherches sur le type des organes génitaux et de leurs appareils musculaires (Paris, 1855), et Recherches sur les organes érectiles de la femme, etc. *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*. 1858.

des appareils musculaires très-importants (*appareil musculaire des vésicules séminales, muscle ovario-tubaire, muscle propre du testicule*), dont l'existence n'avait pas été signalée précédemment. Leur nature m'avait été révélée par des caractères autres que ceux généralement admis; car il m'avait été impossible de constater, dans les faisceaux de ces muscles lisses, l'existence des fibres-cellules. Il m'avait donc fallu trouver dans ces muscles quelque chose de plus caractéristique que les éléments fusiformes.

L'attribut essentiel de tout tissu musculaire devait nécessairement se rencontrer dans celle de ses parties constituantes, en qui réside l'activité propre de ce tissu, la contractilité : ce qu'il importait avant tout au physiologiste et à l'anatomiste de connaître, c'était donc le mode d'organisation de la substance contractile. Les observateurs allemands, s'attachant exclusivement à la forme, et préoccupés avant tout de la théorie cellulaire, n'avaient trouvé entre les éléments des muscles striés et les éléments des muscles lisses d'autre similitude que celle résultant d'une prétendue origine cellulaire commune à tous deux. Pourquoi des corps de forme et d'apparence si diverses : ici des faisceaux à bandes alternativement claires et obscures, et munis de nombreux noyaux ; là, des fibres lisses, brillantes et d'apparence homogène, tantôt pleines, tantôt creusées d'un canal au centre ; là encore des fibrilles libres, d'apparence variqueuse, articulées; ici des fuseaux allongés, tantôt terminés par une extrémité simple, tantôt bifurqués et anastomosés? Pourquoi ces formes organiques d'aspect si différent dans les muscles de la vie animale et dans ceux de la vie organique : pourquoi ces formes si variables d'une classe, d'un ordre à un autre, surtout chez les invertébrés, jouissent-elles cependant toutes d'une propriété fondamentale, commune, la contractilité? Non-seulement la réponse à cette question manquait complétement, mais on ne semblait même pas se préoccuper de la chercher. On se déclarait satisfait après avoir trouvé quelques fibres-cellules striées en travers, faisant le passage entre les deux formes principales du tissu musculaire. Était-ce donc à la striation qu'était liée la contractilité? Telle ne pouvait être la solution du problème, car un trop grand nombre d'éléments contractiles sont, on le sait, entièrement dépourvus de stries transversales.

A quelle condition d'organisation est donc liée la contractilité? C'est la réponse à cette question que je cherchais il y a dix ans : les nombreux travaux publiés depuis cette époque sur la structure des muscles ne me paraissent pas l'avoir donnée. J'avais cru d'abord (1) avoir résolu le problème, en établissant que les éléments des muscles lisses, loin d'être des éléments homogènes dans toutes leurs parties, comme l'admettait Kölliker, possèdent de même que les faisceaux primitifs striés une enveloppe et un contenu distinct, et que, de plus, les fibres-cellules fusiformes ne sont que des fragments des véritables fibres des muscles lisses analogues aux faisceaux primitifs des muscles striés. Mais de nouvelles recherches étendues à toutes les variétés de tissus contractiles, et poursuivies dans tous les groupes de la série animale, me montrèrent l'insuffisance de ces premières données, et en particulier leur inexactitude relativement à l'organisation de la substance contractile, que j'avais cru d'abord composée de granules disposés en séries linéaires.

Après avoir consacré, pendant plusieurs années, un long temps au contrôle et à la révision de mon premier travail, je communiquai le résumé de mes recherches à l'Académie des sciences, au mois d'octobre 1861. Un extrait de cette communication a été publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie. Une autre partie de ce travail relative aux phénomènes de polarisation dans les tissus musculaires a paru dans le *Journal de Physiologie* (vol. V, 1862). Le présent mémoire n'est que l'exposé complet des faits que j'ai sommairement publiés dans les *Comptes rendus*, il y a quatre ans. Cette remarque est nécessaire, attendu que, postérieurement à cette époque, des observateurs allemands, qui sans doute ne lisent pas les comptes rendus de l'Académie, sont arrivés à des résultats entièrement conformes sur beaucoup de points à ceux que j'avais moi-même obtenus avant eux, et que j'expose aujourd'hui sans leur rien emprunter : heureux toutefois que leur contrôle ait apporté aux faits sur lesquels je m'appuie un plus haut degré de certitude (2).

La masse charnue d'un muscle rouge de la vie animale est

(1) Voy. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, novembre 1856.
(2) V. Guido Wagner, in *Archiv fuer Anat. und Physiol.* 1863.

enveloppée de toutes parts par un fascia propre (*perimysium externum*), véritable tunique fibreuse de l'organe musculaire. De la face interne de cette tunique partent des cloisons, ayant comme elle la structure des membranes fibreuses; elles divisent la masse charnue en faisceaux de volume variable qu'elles enveloppent comme le fait le *perimysium* pour le muscle entier. Chacun de ces faisceaux (*quaternaires* ou *ternaires*) se divise à son tour en segments plus petits, enveloppés aussi par des gaînes fibreuses qui se rattachent à la gaîne des gros faisceaux, et ne diffèrent du fascia extérieur que par une minceur plus grande, présentant du reste la même constitution histologique; ces derniers faisceaux, que la dissection permet encore d'isoler, peuvent eux-mêmes être assez facilement dissociés en un certain nombre, vingt ou trente filaments de $0^{mm},04$ à $0^{mm},07$ de diamètre ou même beaucoup plus ($0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ chez les amphibiens, $0^{mm},25$ à $0^{mm},40$ chez les poissons). Ce sont ces filaments que l'on désigne sous le nom de *faisceaux primitifs striés*, *faisceaux primitifs* des muscles de la vie animale.

La plupart des histologistes ont voulu voir dans ces faisceaux primitifs l'élément cellulaire primordial des muscles. On a même récemment prétendu (*Rollet*, *Herzig* et *Bisiadecki*) démontrer la nature cellulaire des faisceaux primitifs, et leur entière similitude avec les fibres-cellules fusiformes des muscles de la vie organique. Sans discuter pour le moment la valeur des preuves sur lesquelles repose cette opinion, je me bornerai à montrer ce que l'on peut observer en étudiant, en dehors de toute théorie préconçue, les rapports des faisceaux primitifs avec l'ensemble de l'organisation du muscle.

Il est facile de constater, soit par la dissection à l'aide de la loupe, soit par l'observation, à de faibles grossissements, de coupes minces d'un muscle, que les faisceaux primitifs se groupent pour constituer les faisceaux secondaires de la même façon que ceux-ci pour constituer à leur tour des faisceaux ternaires et quaternaires (1). Le nom de *faisceaux primitifs*, qui caractérise les filaments constituants des faisceaux secondaires comme individualités de même ordre que les divisions plus volumineuses (faisceaux *secondaires* et *ternaires*) semble

(1) Comparez les figures 1 et 2 de la planche VI, et 1 et 2 de la planche VII.

déjà par ce seul fait parfaitement justifié. Il l'est bien plus encore, si l'on approfondit davantage la constitution de ces faisceaux primitifs eux-mêmes. La description qu'on en donne communément tend à établir une ligne de démarcation très-tranchée entre les faisceaux primitifs et les faisceaux musculaires proprement dits d'ordre plus élevé. Les faisceaux primitifs seraient formés d'une enveloppe de nature spéciale, le sarcolemme, distincte et indépendante du tissu conjonctif intérieur du muscle. Dans l'intérieur du tube du sarcolemme, qui représenterait une membrane de cellule ou un ensemble de membranes de cellules soudées, se trouverait enfermée la substance contractile, sur la nature et la constitution intime de laquelle existent encore les plus grandes divergences d'opinions, bien qu'on s'accorde le plus généralement à la considérer comme formée, soit de fibrilles, soit de disques décomposables en une ou deux espèces de particules contractiles (*sarcous elements*). Dans la cavité du sarcolemme se trouvent disséminés des éléments cellulaires, situés tantôt au centre, tantôt à la périphérie de la substance contractile : les corpuscules musculaires (*Muskel-Körperchen*, noyaux des muscles).

La structure des faisceaux primitifs, ainsi comprise, ne paraît présenter aucune analogie avec le type d'organisation des faisceaux ternaires ou secondaires, et justifierait le rang qui leur a été assigné d'éléments essentiels des muscles rouges. Ce qui a contribué surtout à faire donner aux faisceaux primitifs cette importance, c'est qu'ils paraissent être les dernières particules, naturellement et facilement isolables, de la substance musculaire. On peut, il est vrai, parfois, dissocier les faisceaux primitifs eux-mêmes en filaments d'une ténuité relativement très-grande, en fibrilles de $0^{mm},001$ de diamètre ; mais les difficultés ou l'impossibilité même que l'on rencontre en beaucoup de cas à effectuer cette division des faisceaux primitifs en fibrilles, a fait regarder celles-ci par beaucoup d'observateurs comme un produit artificiel ; et ceux mêmes qui, en petit nombre, reconnaissent aujourd'hui leur existence réelle, ne les considèrent pas comme de véritables éléments anatomiques, mais comme des formations intracellulaires.

Il est possible, cependant, de démontrer que les faisceaux primitifs sont naturellement décomposables en segments plus petits, qui les constituent par leur groupement, comme les fais-

ceaux primitifs eux-mêmes, par leur réunion, forment les faisceaux secondaires. Il est possible, en outre, d'établir avec certitude que ces segments des faisceaux primitifs peuvent encore se décomposer en éléments plus ténus; et que, pour arriver aux véritables éléments primitifs de la substance musculaire, il faut franchir successivement deux ordres de groupes élémentaires, au delà de la limite tout artificielle qui s'arrête aujourd'hui à l'enveloppe des faisceaux primitifs.

L'observation de coupes transversales, minces et transparentes est surtout très-propre à cette démonstration. Un grossissement de quinze à vingt diamètres suffit pour montrer comment les faisceaux secondaires se groupent de façon à constituer les faisceaux ternaires, et comment eux-mêmes résultent de la réunion sous une enveloppe commune d'un nombre variable de faisceaux primitifs (Pl. VII, fig. 2). Sur ces coupes transversales, la charpente de tissu conjonctif forme un ensemble, un réseau continu depuis le *perimysium* commun jusqu'aux divisions du *perimysium internum* qui enveloppent les faisceaux secondaires : la même continuité semble exister entre le *perimysium* des faisceaux secondaires et les cloisons qui circonscrivent immédiatement l'enceinte des faisceaux primitifs. Ce système de cloisons, qui ne sont autre chose que le *sarcolemme* des faisceaux primitifs, semble se rattacher à la face interne des dernières lames du *perimysium internum*, comme celles-ci aux fascias d'enveloppe des faisceaux musculaires ou du muscle lui-même. Bien plus, en observant avec un grossissement de 350 diamètres environ des coupes minces de muscles frais, ou desséchés et ensuite ramollis à l'aide de l'ammoniaque caustique, la substance intérieure du faisceau primitif paraît elle-même divisée en compartiments de forme polyédrique par des cloisons ténues, dont l'ensemble se rattache à la face interne du sarcolemme (Pl. VII, fig. 1).

La surface des faisceaux primitifs observés suivant leur longueur, montre surtout chez les articulés, les poissons et les batraciens, des lignes longitudinales obscures, distantes les unes des autres de $0^{mm},003$ à $0^{mm},005$, qui se distinguent assez facilement comme un trait plus accusé, au milieu de ce que l'on appelle les stries longitudinales, lorsque celles-ci sont visibles; ces lignes, dans l'épaisseur desquelles se montrent fréquemment dans une longueur variable des séries de granu-

lations graisseuses, correspondent exactement aux cloisons de séparation, qui segmentent la masse du faisceau primitif en prismes ou cylindres enfermés dans la gaîne commune du sarcolemme.

Leydig, qui se range à l'opinion de Bowman, et considère la substance contractile comme constituée par des disques superposés, est le seul anatomiste qui fasse mention d'une division des faisceaux primitifs en *cylindres primitifs*, ayant pour gaîne commune de tissu conjonctif le sarcolemme. Ce n'est qu'exceptionnellement, dans les muscles de la ligne latérale des poissons et dans les muscles de beaucoup d'arthropodes, que Leydig a pu constater l'existence de ces cylindres primitifs qui, pour lui, représentent les cellules musculaires primordiales métamorphosées. On reconnaît en effet facilement, en observant les muscles rouges de la ligne latérale de certains poissons, de la perche, par exemple, que ces faisceaux se décomposent en un nombre considérable de colonnes polyédriques ou prismatiques, dont les cloisons de séparation correspondent à des stries longitudinales, infiltrées dans toute leur longueur de granulations huileuses : le volume et le nombre de ces granulations, variables suivant les espèces, donnent à ces muscles un aspect différent de celui de la masse musculaire du tronc.

Les observations que j'ai faites sur les muscles de la ligne latérale des genres *Perca*, *Salmo*, *Scomber*, *Sardella*, *Thynnus*, etc., tout en confirmant l'existence des cylindres primitifs, diffèrent cependant en plusieurs points essentiels de celles de Leydig. Les cylindres primitifs sont à la fois beaucoup plus nombreux et beaucoup moins volumineux que ceux qu'il a figurés chez la perche. Je n'ai pas observé non plus les larges cavités lacunaires, qu'il représente au centre de ces cylindres primitifs. J'ai remarqué seulement, au niveau des angles de jonction des cylindres primitifs, des taches obscures étoilées, qui correspondent en effet à la section de canalicules, cheminant dans l'interstice des cloisons des cylindres primitifs. J'ai vu en outre que la différence de coloration, l'abondance de granulations huileuses, la facile décomposition en cylindres primitifs, tous ces caractères des muscles de la ligne latérale se retrouvent dans d'autres masses musculaires, dont la situation est très-variable, et qui se rencontrent par exemple chez les *Syngnathes*, immédiatement appliquées sur les gouttières ver-

tébrales, chez le *Thon* au centre de la masse musculaire du tronc, etc. (1).

Mais ce qui est beaucoup plus important, j'ai constaté que cette division des faisceaux primitifs en *cylindres* ou plutôt en prismes *primitifs*, se retrouvait dans tous les muscles de la vie animale, chez tous les vertébrés, avec une disposition identique à celle que l'on observe dans les muscles de la ligne latérale des poissons; tandis que chez les invertébrés, les segments musculaires correspondants aux cylindres primitifs affectent les formes les plus variées et les modes d'agrégation les plus divers. De plus, la conclusion à laquelle je suis arrivé

(1) Les muscles de la ligne latérale et ceux qui présentent les caractères histologiques indiqués ci-dessus, chez les poissons, se distinguent des autres muscles du tronc par leur couleur rouge; ils en diffèrent aussi par les dimensions de leurs faisceaux primitifs, qui ne dépassent guère $0^{mm},05$ à 0,07 en diamètre, tandis que ceux des muscles du tronc atteignent jusqu'à $0^{mm},35$ et $0^{mm},40$. A ces différences de volume correspond une différence de structure importante; dans les petits faisceaux des muscles rouges, les noyaux ne se rencontrent qu'à l'extérieur, accolés à la face interne du sarcolemme; dans les gros faisceaux des muscles pâles, des noyaux nombreux sont disséminés dans l'épaisseur du faisceau primitif, accolés à des cloisons qui, partant du sarcolemme, divisent la masse contractile en segments, dont les dimensions se rapprochent beaucoup de celles des petits faisceaux primitifs des muscles rouges. Chez les batraciens, dans les muscles des membres, à côté de gros faisceaux primitifs identiques à ceux des muscles pâles des poissons, on trouve de petits faisceaux à canalicules interstitiels, infiltrés d'innombrables gouttelettes huileuses, et qui rappellent les faisceaux des muscles de la ligne latérale des poissons.

Chez les sauriens, on trouve les différents segments d'un même muscle ou deux muscles voisins, composés ici de gros faisceaux primitifs de $0^{mm},05$ à $0^{mm},07$ de diamètre, avec un système de noyaux et de cloisons intérieurs; là, de petits faisceaux ne dépassant pas $0^{mm},03$ de diamètre, et ne présentant de noyaux qu'à leur périphérie.

Enfin, les muscles rouges des oiseaux sont, comme ceux des mammifères, composés de faisceaux primitifs, dont les dimensions n'atteignent jamais celles des faisceaux des muscles pâles des poissons et des batraciens : leur volume comme leur structure les rapprochent au contraire beaucoup des muscles rouges des poissons; les noyaux musculaires y sont toujours situés à la périphérie du faisceau. Par une exception singulière, les muscles pâles de l'aile des gallinacées sont composés de faisceaux primitifs très-analogues, non-seulement par leur coloration, mais aussi par leur structure, aux muscles pâles des poissons et des batraciens; on y rencontre en effet de nombreux noyaux, disséminés au centre et dans l'épaisseur du faisceau primitif, et là aussi ces noyaux accompagnent des cloisons intérieures émanées du sarcolemme.

En rapprochant ces faits les uns des autres, et en les comparant au mode de développement par segmentation des faisceaux primitifs striés, que j'ai fait connaître dans un précédent travail, on sera porté à considérer les gros faisceaux des muscles pâles comme les représentants d'une forme embryonnaire, comme un état de développement incomplet; tandis que les muscles rouges à petits faisceaux et à noyaux périphériques correspondent au plus haut degré de développement et d'organisation des muscles.

relativement à la constitution intime de ces cylindres primitifs, diffère complétement de celle de Leydig. Au lieu des disques empilés qui forment, selon lui, les cylindres primitifs, j'ai partout constaté l'existence de fibrilles groupées pour former les cylindres primitifs, comme ceux-ci le sont pour former les faisceaux primitifs. Un faisceau primitif des muscles pectoraux, d'un pigeon, par exemple, observé à l'état frais et sans l'addition d'aucun réactif, présente indépendamment de la striation transversale une striation longitudinale plus ou moins marquée, suivant l'état de relâchement ou de contraction de la fibre, et que l'on peut toujours, sur quelques faisceaux, observer avec netteté. Les stries longitudinales sont de deux ordres : les unes, écartées de $0^{mm},003$ à $0^{mm},005$, plus accusées et plus obscures, sont en outre caractérisées par la présence, sur différents points de leur longueur, de séries de granulations obscures, brillantes, de nature graisseuse, analogues à celles dont Kölliker avait signalé l'existence, il y a quelques années, dans les faisceaux primitifs de la grenouille. Entre ces stries de premier ordre, on en distingue d'autres beaucoup plus fines, séparées les unes des autres par un intervalle de $0^{mm},001$ environ.

Il est facile, sur des coupes obliques de faisceaux primitifs ou sur le bord de coupes transversales d'une certaine épaisseur, de constater : 1° que les stries longitudinales de premier ordre correspondent aux lignes qui circonscrivent sur une coupe transversale les triangles ou polygones, sections des cylindres primitifs ; 2° que les séries de granulations correspondent aux points obscurs des coupes transversales et aux angles de rencontre des *prismes* ou *cylindres primitifs* ; 3° enfin, que les stries longitudinales fines de second ordre correspondent aux interstices de séparation des pièces de la très-fine mosaïque qui couvre la surface de section des cylindres, c'est-à-dire aux interstices des fibrilles constitutives de la substance contractile.

Ainsi les cylindres primitifs sont constitués par une réunion de fibrilles en un groupe commun, séparé des groupes voisins par une ligne de démarcation correspondant à une enveloppe propre : celle-ci peut ne pas être isolable à cause de son peu de consistance, mais son existence indépendante peut être démontrée dans certains cas, et elle est toujours représentée sur la coupe transversale par une ligne obscure nettement limitée. A l'état frais, sur une coupe transversale, on

voit, aux points d'intersection de ces cloisons, les orifices de lacunes assez volumineuses dont les prolongements pénètrent plus ou moins dans leurs interstices. Chaque cylindre primitif confine ainsi par une partie de sa périphérie à des canaux pleins d'un liquide qui est sans doute l'agent des échanges de nutrition ; ces canaux n'ont d'autre paroi qu'une espèce de plasma demi-solide qui constitue aussi les cloisons de séparation des cylindres primitifs.

Ce système des cloisons intérieures des faisceaux primitifs ne saurait être isolé mécaniquement, mais l'action de l'ammoniaque caustique sur des coupes transversales de muscles desséchés, dissèque pour ainsi dire ce squelette plasmatique et le met en relief en l'isolant de la substance contractile des fibrilles qui, devenues complétement transparentes, semblent disparaître. (V. pl. VI, fig. 3 et 4, et pl. VII, fig. 1.)

Si nous reconstituons maintenant par la synthèse le muscle dont nous venons d'analyser les différentes parties constituantes, nous voyons, comme élément premier et fondamental, les *fibrilles*, formant un premier groupe, le cylindre primitif; des cylindres réunis sous une même enveloppe, le sarcolemme, résulte le faisceau primitif : tous les faisceaux primitifs qu'enferme une même lame du périmysium interne représentent un faisceau secondaire. Enfin d'un semblable mode de groupement de faisceaux, de plus en plus complexes et volumineux, se forment les faisceaux ternaires ou quaternaires et le muscle entier.

Nous voyons ainsi un même type d'organisation se répétant sans cesse dans une série de divisions de plus en plus délicates, et le faisceau primitif, prétendu élément anatomique du muscle, constitué exactement sur le même plan que le muscle entier, sans autre différence que celle qui résulte de la délicatesse et de la ténuité de plus en plus accusées des parties (Pl. VI, fig. 1 et 2). Cette description, qui n'a besoin, pour être complète, de faire intervenir aucune hypothèse sur la nature et l'origine première des éléments contractiles, ne présente en somme, comparativement à celle qui est généralement acceptée et en quelque sorte classique, que des différences bornées à deux points litigieux : 1° la nature et les relations du sarcolemme et des enveloppes des cylindres primitifs avec le tissu conjonctif du périmysium; 2° la constitution de la substance

contractile dans l'intérieur du faisceau primitif et l'existence des fibrilles contestée aujourd'hui, en Angleterre et en Allemagne surtout, par le plus grand nombre des observateurs qui se sont occupés de la structure du tissu musculaire. Nous reviendrons plus tard sur ces deux points et nous apporterons des preuves convaincantes, nous l'espérons, à l'appui des vues que nous nous bornons à indiquer ici.

Occupons-nous maintenant des muscles de la vie organique, des muscles à fibres lisses, qui jouent un si grand rôle dans les fonctions de la vie végétative et des organes des sens, et dont les éléments sont généralement connus depuis les travaux dont ils ont été l'objet de la part de Kölliker sous le nom de *fibres-cellules fusiformes*. Kölliker, en effet, a prétendu rattacher directement aux formations cellulaires les éléments de ces muscles, qui, avant lui, étaient considérés comme formés par des rubans aplatis, d'apparence tantôt homogène, tantôt granuleuse, munis de noyaux en nombre variable dans toute leur longueur. Kölliker, laissant complétement de côté tout ce qui est relatif à la constitution intime de la substance contractile des muscles lisses, s'est borné à établir, à propager, à défendre contre toutes les objections, qui, à vrai dire, n'ont pas manqué, l'opinion que les muscles lisses sont constitués par des cellules allongées en fuseau, effilées aux extrémités, plus larges et munies d'un noyau allongé, ovalaire, à leur partie centrale. Dès l'instant où, dans une masse supposée ou démontrée contractile, on a pu isoler quelque chose répondant à ce type de cellules allongées et fusiformes, la question est tranchée, la nature musculaire de l'organe est établie. Ne demandez, du reste, aucune notion sur la constitution de cette prétendue cellule : est-elle homogène dans toute son épaisseur ? A-t-elle une enveloppe distincte d'un contenu ? Quelle est la nature de ce contenu ? La contractilité appartient-elle à l'enveloppe ou au contenu, s'ils existent distincts l'un de l'autre ? Kölliker paraît ne s'être jamais inquiété de la solution de toutes ces questions ; tous les histologistes allemands à sa suite semblent les avoir également méconnues ou négligées ; il suffisait à tout et à tous d'établir que les muscles involontaires se composaient d'éléments où la forme cellulaire se montrait encore avec netteté ; un champ immense s'ajoutait ainsi au domaine de la théorie cellulaire. Quant à la recherche des rap-

ports entre l'organisation et la fonction, n'était-ce pas assez de montrer que certaines fibres-cellules pouvaient être striées et que les faisceaux primitifs pouvaient quelquefois se présenter comme des cylindres un peu effilés à leurs extrémités, représentant ainsi de colossales fibres-cellules (cellules à la vérité munies quelquefois de près d'une centaine de noyaux)?

Les muscles lisses et les muscles striés diffèrent les uns des autres beaucoup plus par leurs apparences extérieures et l'arrangement de leurs faisceaux que par leur structure intime. Tandis que dans les muscles striés les fibrilles sont groupées en faisceaux réguliers, conservant une indépendance et un parallélisme parfaits dans toute l'étendue de l'organe musculaire qui forme généralement une masse compacte, les muscles lisses sont originairement disposés en membranes, simples ou superposées en couches alternantes plus ou moins nombreuses, et dans chacune de ces couches le système musculaire forme un réseau de faisceaux entre-croisés en différents sens, faisceaux qui, loin d'être indépendants les uns des autres, communiquent, au contraire, constamment par de nombreuses anastomoses à direction plus ou moins oblique.

Cette intrication, ces anastomoses des faisceaux parfaitement évidentes là où les tuniques musculaires sont très-minces, se retrouvent même là où ce tissu est aggloméré en couches superposées dont les éléments semblent au premier abord affecter une disposition aussi régulière, un parallélisme aussi parfait que dans les muscles de la vie animale. Là où le tissu musculaire à fibres non striées est très-développé, le tissu conjonctif lui fournit un périmysium dont les prolongements cloisonnent l'intérieur de la masse et dont la disposition se rapproche beaucoup de ce que l'on observe dans les muscles striés, bien que cependant l'épaisseur des enveloppes des faisceaux secondaires soit toujours ici beaucoup plus marquée. Mais dans les membranes ou tuniques musculaires minces et ténues, transparentes quelquefois comme les lames les plus délicates de tissu conjonctif, le réseau musculaire est partout enveloppé de gaînes épaisses et résistantes de tissu conjonctif, très-riche en fibres élastiques, qui masque les éléments contractiles, empêche le plus souvent de les isoler et de les dégager de leur gangue enveloppante : cette disposition a été cause que dans beaucoup de points ils ont échappé à l'attention des observateurs. Abstraction faite de

ces particularités d'arrangement extérieur, les véritables agents de la contractilité, les fibres ou faisceaux musculaires lisses non striés présentent une similitude presque absolue avec les fibres (*faisceaux primitifs*) striées des muscles volontaires ; les uns et les autres ont, en effet, ce caractère essentiel commun d'être constitués par un groupe de fibrilles contractiles enfermées sous une même enveloppe de substance conjonctive, à l'intérieur de laquelle ne pénètrent jamais les canaux vasculaires sanguins. La nutrition des éléments contenus dans la gaîne des faisceaux primitifs et des fibres lisses dépend d'un système de canalicules, de lacunes et de noyaux, analogue à celui qu'on observe dans le tissu osseux, dans le tissu conjonctif fibreux, etc.

Les muscles du cœur semblent, aussi bien par leur arrangement général que par les caractères de leurs éléments constituants, occuper une place intermédiaire entre les muscles du mouvement volontaire et les muscles de la vie organique. La striation des faisceaux semble d'abord les assimiler complétement à ceux des muscles rouges de la vie animale, mais un caractère connu depuis longtemps et attribué par erreur à une particularité de leur développement cellulaire, les anastomoses des faisceaux primitifs du cœur entre eux, les distinguent immédiatement des faisceaux des muscles volontaires pour les rapprocher de ceux des muscles de la vie organique. Comme les muscles de la vie organique en effet, le système musculaire du cœur représente originairement, ainsi que le démontre l'étude du développement embryonnaire, un réseau musculaire. Ce réseau, composé de faisceaux entre-croisés en différents sens, anastomosés, superposés en couches plus ou moins nombreuses, finit par acquérir dans la masse des ventricules une similitude apparente avec les masses musculaires compactes des organes de la locomotion; mais les anastomoses des faisceaux qui établissent entre eux une intrication, une solidarité étroite, se retrouvent toujours dans l'épaisseur des muscles du cœur : dans les parois des oreillettes, les couches moins nombreuses et moins compactes présentent avec évidence leur disposition réticulaire, et chez les animaux jeunes ou de petite taille, des points minces et transparents de ces parois montrent encore le réseau dans son état de simplicité originelle. Si l'on ajoute à cela que la striation transversale des fibres du cœur est quelquefois extrêmement peu marquée et qu'elle l'est, au contraire,

quelquefois à un degré très-prononcé dans certaines fibres lisses (celles du dartos, du gésier des oiseaux, les muscles lisses des mollusques) surtout à l'état frais, il paraîtra légitime de conclure que, malgré les apparences extérieures, les muscles du cœur ont plus d'affinité peut-être avec les muscles lisses qu'avec les muscles de la vie animale.

Weissmann et Gastaldi ont de plus établi que les muscles du cœur se décomposent chez les poissons et les reptiles en fragments munis de noyaux que ces observateurs regardent même comme identiques aux fibres-cellules des muscles organiques. Dans les faisceaux musculaires du cœur des oiseaux adultes, j'ai pu encore isoler assez facilement sans l'aide d'aucun réactif des fragments cylindriques, effilés en pointe à leurs extrémités, dont les points de soudure se distinguaient quelquefois dans les faisceaux encore intacts; mais je ne saurais regarder ces fragments comme de véritables éléments cellulaires, pas plus que ceux que Gastaldi a isolés dans le cœur des embryons de pigeon. La diversité et l'irrégularité de leur forme, les dentelures qu'ils présentent au niveau des surfaces de séparation, démontrent que ce ne sont pas là des individualités organiques, des éléments proprement dits, mais des fragments des faisceaux primitifs du cœur. Dans les oiseaux adultes, ces fragments, très-analogues par leur forme aux prétendues fibres-cellules, sont munis de noyaux nombreux et, de plus, ils présentent la division secondaire en cylindres primitifs, qui est extrêmement accusée dans les muscles du cœur; les cloisons de séparation des cylindres ayant une épaisseur à peu près égale à celle des cloisons des faisceaux ou des sarcolemmes.

J'ai exposé jusqu'à présent le résultat de mes observations, laissant de côté toute discussion relative aux points controversés de l'histoire des tissus musculaires. Il est nécessaire maintenant d'établir sur des bases solides la démonstration :

1° De l'existence de fibrilles contractiles dans tous les tissus musculaires;

2° Des relations intimes du sarcolemme et de ses divisions avec le tissu conjonctif dont ils ne sont qu'une dépendance;

3° De la cause de la striation transversale des faisceaux primitifs et des fibrilles;

4° De la structure des fibrilles contractiles.

Des fibrilles des muscles à striation transversale.

Les fibrilles existent-elles réellement comme parties constituantes des faisceaux primitifs striés? ou bien ne sont-elles qu'un produit de l'art, et la division des faisceaux primitifs en disques transversaux est-elle plus naturelle ou aussi naturelle que la division en fibrilles?

Les faisceaux primitifs se divisent quelquefois en segments transversaux ayant toute la largeur d'un faisceau primitif; mais c'est là un fait tout à fait exceptionnel. Lorsqu'il a lieu sans l'intervention d'aucun réactif, il ne se produit jamais que dans quelque point isolé, et on y reconnaît toujours des traces évidentes de rupture violente de la substance du faisceau primitif. Certains réactifs (l'action de l'acide chlorhydrique très-étendu, prolongée pendant plusieurs jours, la macération dans une solution saturée de sel marin, l'action du suc gastrique sur laquelle Frerichs et Lehmann ont insisté) ont pour effet de déterminer la division des faisceaux primitifs en disques ou plutôt en segments transversaux qui le plus souvent comprennent un certain nombre de prétendus disques correspondants aux stries transversales. Si on ne s'attache pas exclusivement à certaines particularités de la préparation, et qu'on observe toutes les formes qui s'y rencontrent, on retrouve encore là tous les degrés et toutes les formes de rupture en travers du faisceau primitif. Ces réactifs n'ont pas pour effet d'isoler les disques en dissolvant une substance intermédiaire longitudinale; leur véritable action est de rendre la substance contractile excessivement fragile, de telle façon que toute pression, tout tiraillement ont pour résultat la rupture en travers du faisceau primitif dont les éléments véritables, les fibrilles, ne sauraient être séparés les uns des autres par suite de la diminution de leur cohésion. Les fibrilles, au contraire, peuvent être observées dans des conditions parfaitement normales, sans faire intervenir aucune manœuvre violente; leur netteté, la parfaite régularité de leurs formes, leurs dimensions constantes les différencient immédiatement des disques si variables dans leurs apparences et dont l'existence est toujours due à des actions violentes soit des instruments soit des réactifs.

On sait depuis longtemps que les muscles des ailes des insectes fournissent en abondance et presque sans aucune prépa-

ration, en agitant seulement dans une goutte d'eau un faisceau musculaire, des fibrilles tout à fait semblables à celles qu'on n'obtient qu'accidentellement dans les muscles des vertébrés. L'existence de ces fibrilles est un argument difficile à renverser pour les partisans de la théorie des disques. Il est vrai que M. Kühne tourne la difficulté en niant tout simplement la nature musculaire de ces fibrilles; mais c'est là une opinion personnelle qu'il est inutile de discuter, et qui a tout juste la même valeur que le prétendu état liquide de la substance contractile, imaginé par le même observateur. On peut objecter que c'est là une particularité de structure propre aux insectes et sur laquelle on n'a pas le droit de baser une conclusion générale sur la structure de tous les muscles striés. Il est facile de montrer que ce que l'on observe dans les muscles de l'aile des insectes, on l'observe chez d'autres invertébrés et chez des vertébrés, dans des conditions entièrement analogues.

La facile et naturelle dissociation des fibrilles dans ces muscles thoraciques des insectes est due à l'absence de toute enveloppe commune du faisceau primitif analogue au sarcolemme. Les fibrilles sont, chacune, entourées d'une couche assez épaisse de substance conjonctive; réunies pour former un faisceau primitif, elles ne sont maintenues ensemble que par les divisions des trachées qui, se ramifiant dans l'interstice des faisceaux, les enserrent dans leurs arcades transversales comme dans autant de demi-anneaux. Mais ce mode d'union est nécessairement très-incomplet et insuffisant; les ramifications des trachées une fois rompues ou écartées, les fibrilles dont l'enveloppe est pendant la vie à l'état liquide ou demi-liquide (Pl. VII, fig. 3 et 4) se séparent immédiatement les unes des autres sans qu'il soit nécessaire de rompre aucune connexion naturelle. L'absence d'un sarcolemme commun et le peu de consistance de la substance unitive inter-fibrillaire, telles sont donc les causes de l'isolement facile des fibrilles des insectes.

Dans les autres muscles à faisceaux striés, non-seulement le sarcolemme maintient fortement serrées les unes contre les autres toutes les fibrilles d'un même faisceau, et une substance unitive dont la cohésion est très-grande pendant la vie agglutine ensemble toutes les fibrilles, mais encore celles-ci présentent, tant que le muscle est contractile, une extrême fragilité, d'où résulte que toutes les tentatives faites alors pour les

séparer les unes des autres n'ont d'autre effet que la rupture de la substance du faisceau dans toute l'étendue où porte la violence de l'instrument. Mais aussitôt que la contractilité du muscle a cessé, la substance qui unit les fibrilles dans l'intérieur du faisceau semble perdre sa cohésion en même temps que les fibrilles sont devenues plus résistantes et moins fragiles; aussi lorsque l'enveloppe commune du sarcolemme est déchirée, les fibrilles délivrées de son étreinte se séparent pour ainsi dire d'elles-mêmes. Non-seulement on peut, chez les crustacés, résoudre complétement les faisceaux primitifs en fibrilles, par la simple déchirure du sarcolemme, mais j'ai trouvé qu'on pouvait avec certitude obtenir le même résultat et tout aussi facilement dans les muscles des poissons, et cela, lorsque ces organes sont encore très-frais, quelques heures à peine après la mort et bien avant l'apparition de toute trace de putréfaction. Chez les crustacés, aussitôt que les muscles, transparents comme le cristal tant que la fibre est contractile, commencent à devenir blanchâtres et opalins, chez les poissons à la période correspondante, c'est-à-dire au début de l'apparition de la rigidité cadavérique, il suffit de déchirer le sarcolemme et de tirailler avec les aiguilles en sens inverse les bords opposés d'un faisceau primitif pour écarter les unes des autres et obtenir en grand nombre les fibrilles élémentaires de la substance contractile parfaitement isolées.

Chez les vertébrés supérieurs, il arrive quelquefois que les faisceaux primitifs se dissocient également, sous l'influence d'une simple pression, en fibrilles libres et indépendantes. Chez des oiseaux et des mammifères morts de péritonite, j'ai vu, moins de douze heures après la mort et avant l'apparition d'aucun signe de putréfaction, toutes les extrémités rompues des faisceaux primitifs se présenter sous la forme d'une espèce de pinceau ou de balai composé de filaments dissociés, qui n'étaient autre chose que les fibrilles striées; on pouvait les suivre de leurs extrémités libres jusque dans l'intérieur du faisceau primitif, où, intimement pressées les unes contre les autres, elles ne se laissaient plus distinguer que par les fines stries longitudinales de leurs interstices.

L'existence des fibrilles peut donc être parfaitement démontrée, sans faire intervenir aucune manœuvre à laquelle on puisse attribuer la création artificielle de ces éléments. Il existe d'ail-

leurs des preuves manifestes de la présence des fibrilles dans les faisceaux contractiles à l'état normal, et même pendant la vie et la contractilité des faisceaux, lorsque ceux-ci sont dans un état d'intégrité absolue.

On sait qu'indépendamment de la striation transversale, les faisceaux primitifs présentent fréquemment une striation longitudinale très-manifeste. et quelquefois beaucoup plus apparente que la striation transversale. Kölliker avance même que certains faisceaux musculaires sont dépourvus de stries transversales et ne présentent que la striation longitudinale. parce que les fibrilles qui constituent ces faisceaux sont lisses et dépourvues des varicosités ou articulations que l'on observe habituellement dans les fibrilles des muscles striés. Cette assertion repose sur une erreur d'observation : dans les muscles de la vie animale à faisceaux primitifs, chez les vertébrés et les articulés, on rencontre quelquefois des faisceaux dans lesquels la striation longitudinale est très-accusée et la striation transversale peu apparente, ou même semble manquer ; mais dans ces cas l'emploi d'un plus fort grossissement et d'un meilleur mode d'éclairage permet *constamment* de retrouver les stries transversales fines et délicates qui presque toujours alors correspondent exactement aux prétendues varicosités ou articulations des fibrilles.

Il est important de remarquer que les lignes obscures parallèles à l'axe du faisceau qui donnent lieu à la striation longitudinale ne correspondent pas aux fibrilles elles-mêmes, mais bien aux interstices de séparation de ces éléments. Les unes, plus accusées et présentant souvent sur leur trajet des séries de granulations graisseuses, correspondent aux interstices des cylindres primitifs ; elles sont très-faciles à reconnaître sur les muscles de l'écrevisse, sur les muscles des poissons et en particulier sur ceux de la ligne latérale. Les muscles thoraciques des pigeons, les muscles de la grenouille les présentent également; dans l'intervalle de ces stries principales, on peut en distinguer d'autres beaucoup plus fines et dont les intervalles mesurent exactement le diamètre des fibrilles que l'on peut ensuite isoler si facilement chez les poissons, où les stries longitudinales sont habituellement très-marquées, après l'apparition de la rigidité cadavérique.

On pourrait objecter que la présence des stries longitudinales

paraît relativement beaucoup moins fréquente que celle des stries transversales; les stries longitudinales existent toujours, on peut toujours les observer chez un animal donné en se plaçant dans les conditions convenables. Or, ce qui est cause que le plus habituellement les stries longitudinales n'apparaissent pas, c'est la présence de stries transversales très-accusées dues aux ondulations du faisceau primitif. Quand celui-ci est dans un état de contraction très-prononcée, les stries transversales, très-rapprochées les unes des autres, ne permettent pas d'apercevoir les stries longitudinales cachées dans la profondeur des ondulations, visibles seulement sur la convexité de celles-ci, et masquées là encore le plus souvent par des oppositions très-tranchées d'ombre et de lumière. Chez les espèces animales où les ondulations (stries transversales) sont habituellement assez écartées, comme chez les insectes, on peut ordinairement distinguer avec une grande facilité simultanément les stries longitudinales et les stries transversales. Plus les dernières s'écartent les unes des autres, plus les premières se montrent avec netteté dans tout leur parcours.

Lorsque les muscles ont été abandonnés à eux-mêmes dans l'état de contraction que leur donne la rigidité cadavérique, et que les liquides mis en contact avec la préparation les fixent pour ainsi dire dans cet état, les stries transversales restant très-nettes et très-rapprochées, les stries longitudinales ne sauraient apparaître. Mais, si par l'extension ou la compression on détermine un allongement mécanique et forcé des faisceaux musculaires, lorsque la fibre est encore vivante chez les insectes ou chez les vertébrés, ou bien dès l'apparition de la rigidité cadavérique, on peut diminuer et même effacer complétement les ondulations des faisceaux et rendre par ce moyen les stries longitudinales et les fibrilles très-apparentes. (V. pl. VII, fig. 6, 7, 8, 9, etc.) Les réactifs qui, comme les acides très-étendus et en particulier l'acide chlorhydrique (1 pour 1000), gonflent la substance contractile, allongent les faisceaux et effacent les dépressions et les saillies des ondulations, démontrent très-bien les stries longitudinales. Ceux, au contraire, qui, comme la solution concentrée de sel marin, durcissent et contractent fortement la substance contractile, accusent avec une grande vigueur les stries transversales, masquent complétement les stries longitudinales lorsque toutefois ils ont agi

sur le faisceau contractile avant la disparition de la rigidité cadavérique.

Ce ne sont pas seulement les stries longitudinales qui démontrent la présence des fibrilles dans les faisceaux observés parallèlement à leur axe; les coupes transversalès des faisceaux primitifs démontrent aussi les fibrilles et leur mode de groupement. Il est assez singulier que, bien que beaucoup d'observateurs aient parlé de la coupe des fibrilles sur des tranches transversales des faisceaux primitifs, aucun jusqu'à présent n'ait exactement représenté leur véritable apparence. Cela tient vraisemblablement à ce que, si l'on a souvent cru les voir, personne ne les a, en réalité, vues et bien vues. On a pris généralement pour des fibrilles apparaissant à la surface des sections transversales des points obscurs qui se voient sur la section transversale des faisceaux primitifs. Il y a quelques années, Leydig fit remarquer avec raison que ces apparences correspondaient, non pas à la section de fibrilles solides, mais à la section de lacunes, de canalicules dépendant du système des corpuscules musculaires (*Muskelkörperchen*); mais, dépassant le but, il nia absolument qu'il y eût aucune trace de coupes de fibrilles sur ces surfaces de section. Kölliker (1), dans une controverse relative à cette opinion de Leydig, reconnaît que les points obscurs, étoilés, correspondent à des sections de canalicules, mais il essaye d'établir qu'il existe en outre des apparences se rapportant à la section des fibrilles qu'il figure assez distantes les unes des autres et séparées par une épaisseur assez considérable de substance intermédiaire. Les coupes transversales figurées par Rollet (2) montrent les orifices des lacunes très-exagérés, sans aucune indication de coupes de fibrilles; celles de Walker (3) représentent des coupes de fibrilles nombreuses, mais régulièrement arrondies et séparées encore par des zones de substance intermédiaire d'une épaisseur au moins égale à celle des fibrilles. Toutes ces figures sont inexactes et quelques-unes même sont toutes de fantaisie. La surface de coupes faites sur des muscles frais et vivants ou sur des muscles desséchés, puis ramollis dans l'eau additionnée de 1/20 d'ammoniaque, examinée avec un grossissement de 350

(1) *Zeitschrift für wissensch. Zoologie*. 1856.
(2) Moleschott's *Untersuchungen*, etc. 1857.
(3) *Zeitschr. für rationelle Medizin*, etc. 1860.

à 600 diamètres et avec un éclairage convenable, montre la surface de section du faisceau divisée en compartiments de forme polygonale ou triangulaire; aux angles de jonction se trouvent les taches noires étoilées correspondant à la section des canalicules et des lacunes du faisceau. Ces polygones, sections des cylindres primitifs, circonscrivent une mosaïque à pièces le plus souvent polygonales aussi, par pression réciproque, séparées par des interstices extrêmement fins. Les pièces de cette mosaïque affectent dans certains cas une extrême régularité dans leur arrangement. Dans les muscles des poissons, par exemple, elles forment habituellement des séries qui rayonnent de la partie centrale du faisceau vers sa surface. Tout à fait au centre, aux séries radiées succède un mode de groupement des cylindres primitifs analogue à celui des faisceaux eux-mêmes (Pl. VI, fig. 2); cette dernière disposition est celle qui s'observe le plus habituellement dans les muscles des vertébrés supérieurs.

Les fibrilles, loin d'être disséminées dans une substance intermédiaire très-abondante, sont étroitement pressées les unes contre les autres, et les interstices de séparation n'apparaissent que comme des stries linéaires dont l'épaisseur correspond parfaitement à celle des stries longitudinales obscures les plus fines.

Des coupes transversales minces de muscles desséchés, surtout ceux des poissons, traitées par l'ammoniaque caustique, montrent avec une grande netteté le système des cloisons des cylindres primitifs et des lamelles interfibrillaires sous l'apparence d'un réseau composé de deux ordres de mailles; les plus grandes correspondent à la section des cloisons des cylindres, et présentent à leurs angles de jonction les points obscurs de la section des canalicules plasmatiques; le second réseau, qui a l'apparence d'une fine dentelle, est compris dans les mailles du premier et résulte de la section des lamelles interfibrillaires.

Des fibrilles des muscles lisses.

Si l'existence des fibrilles a pu être contestée dans les faisceaux primitifs striés où cependant il est relativement facile de les isoler et de les mettre en évidence, on n'a pas même songé à la rechercher dans les muscles à fibres lisses. Kölliker,

même, en admettant les fibrilles dans les faisceaux striés, considère leur démonstration comme de peu d'importance pour la physiologie générale des tissus contractiles, attendu que, selon lui, un très-grand nombre d'éléments musculaires en est complétement dépourvu.

Les muscles de la vie animale chez les invertébrés se présentent souvent sous la forme de faisceaux striés, caractérisés par un développement très-prononcé de tous les caractères spéciaux de cette forme de tissu musculaire; c'est ce que l'on observe chez les articulés en général. On trouve chez quelques mollusques, dans certaines parties de l'appareil locomoteur, (muscle adducteur des valves des *Pecten*, muscle rétracteur de la langue chez les *Patelles*), chez quelques *Échinodermes* (*oursins*, *astéries*), des muscles striés où les fibrilles sont aisément démontrables dans les mêmes conditions que chez les articulés et les vertébrés. Mais chez la plupart des animaux de ces classes, les muscles volontaires présentent une assez grande analogie avec les muscles lisses de la vie organique des vertébrés : les stries transversales y font également défaut. Au premier examen de la plupart de ces éléments, on n'y soupçonnerait en aucune façon une analogie quelconque avec la structure des faisceaux striés en travers; ils sont en général parfaitement transparents, homogènes dans toutes leurs parties, lisses, brillants, doués d'une réfringence très-accusée; ils se brisent très-facilement en travers à l'état frais quand le tissu est encore vivant. Ils ne montrent habituellement aucune trace de stries ni transversales ni longitudinales; souvent l'aspect de leur coupe transversale est celui d'une substance homogène et continue dans toutes ses parties.

On peut cependant assez facilement, à l'état frais, lorsque les fibres se brisent en fragments qui s'effilent et s'écartent par leurs extrémités, constater la présence d'une membrane fine, homogène, transparente et élastique remplissant à l'égard de la substance contractile de ces fibres le même rôle que le sarcolemme à l'égard des fibrilles des faisceaux striés en travers. De plus, à un grossissement de 350 à 500 diamètres, on commence même à l'état frais à entrevoir comme des stries granuleuses, longitudinales, à la surface des fibres. Plus souvent encore, on aperçoit sur les muscles vivants des bandes alternativement claires et obscures, présentant de grandes analogies avec de vé-

ritables stries transversales, plus larges seulement et plus écartées (V. pl. VIII, fig. 5). La macération dans l'eau pendant quelques heures suffit déjà à enlever à ces fibres contractiles cet aspect brillant qui masquait en quelque sorte tous les détails de structure. On voit alors, à n'en pas douter, que les apparences de stries granuleuses se transforment en de véritables fibrilles, fines et onduleuses, dont la direction est parfaitement parallèle à l'axe principal du faisceau contractile. (V. pl. VIII, fig. 2 et 8.)

Chez le lombric terrestre, les fibres se présentent sous la forme de très-longs rubans prismatiques dont le bord épais est très-réfringent et doué même, dans la lumière polarisée, de double réfraction, tandis que les faces du ruban sont pâles, transparentes et d'une homogénéité aussi complète que celle du verre, ne présentant aucune apparence de stries longitudinales, quels que soient le grossissement et le mode d'éclairage employés. Ce sont là les fibres contractiles, homogènes par excellence, admises par la plupart des observateurs. Cependant, au bout de cinq à six heures de macération dans l'eau à une température de 20 à 25 degrés, toute l'épaisseur de ces fibres se décompose en fibrilles parallèles, légèrement onduleuses, de 0,001 à 0,002 de millimètre. Des espaces clairs, des vides très-apparents se montrent presque partout entre les fibrilles. Une substance intermédiaire qui comblait ces vides et agglutinait les fibrilles en une masse commune, a été dissoute par l'eau et laisse alors apparaître la véritable structure des fibres contractiles.

Il est fort difficile d'isoler ces fibrilles; elles apparaissent cependant libres assez souvent aux extrémités rompues des fibres musculaires, où elles s'écartent en forme de balais. C'est ce que l'on observe, par exemple, dans le muscle du manteau des *Calmars :* chez ces décapodes, la coupe transversale des fibres montre au pourtour du canal central qui les parcourt des rayons divergents fort réguliers, constitués par des séries de fibrilles. Ces rayons divergents sont eux-mêmes divisés, par de fines stries perpendiculaires à leur axe, en autant de segments qui correspondent aux extrémités des fibrilles coupées en travers. Sur des coupes de fibres desséchées faites parallèlement à l'axe, les fibrilles apparaissent souvent aussitôt que la préparation a été gonflée et ramollie par l'eau.

Des fibrilles indépendantes, ou réunies en petits groupes, correspondant à des cylindres primitifs, constituent également la couche contractile, que l'on observe immédiatement sous la cuticule ou la couche épidermique chez beaucoup d'invertébrés, chez les *Dystomes*, chez les *Nématoïdes*, où il est très-facile de les isoler, en particulier chez l'Ascaride lombricoïde. Chez les Polypes hydraires, la couche contractile est située immédiatement au-dessous des cellules épidermiques, au milieu desquelles sont dispersés les organes en hameçon; elle repose sur les grandes cellules qui jouent le rôle de tissu plasmatique et de squelette chez ces animaux. Les fibrilles onduleuses, à direction parfaitement régulière et parallèle, forment deux couches superposées, que l'on peut voir avec une très-grande netteté dans les tentacules des Tubulaires. Chez les Polypes d'eau douce, où j'avais cru autrefois que la couche musculaire était représentée par les grandes cellules auxquelles Leydig a attribué depuis le même caractère, j'ai reconnu qu'en réalité ces cellules sont tout à fait passives dans les mouvements de l'animal et que les éléments actifs sont des stries d'apparence granuleuse, c'est-à-dire, selon toute probabilité, des fibrilles onduleuses semblables à celles des Tubulaires, et interposées entre la couche épidermique et la couche des grandes cellules.

Dans les muscles de la vie organique des vertébrés, lorsque l'on examine une membrane musculaire composée de faisceaux à fibres lisses, et que ces faisceaux ne sont pas enveloppés par une gaîne de tissu conjonctif fibreux (comme cela a lieu dans les muscles péritonéaux des ligaments larges, ou la tunique musculaire de la vessie des batraciens), on distingue déjà, à un faible grossissement, un réseau de faisceaux anastomosés et entre-croisés que des vaisseaux et des cordons nerveux accompagnent souvent dans une partie de leur trajet. Le volume des faisceaux musculaires les plus gros, leur nombre, leur direction générale, et une transparence toute spéciale qui se trahit même sous l'enveloppe de tissu conjonctif, suffisent déjà le plus souvent à les faire distinguer des cordons vasculaires et nerveux, alors même que la structure de ceux-ci ne peut pas encore être nettement distinguée. Les faisceaux musculaires paraissent composés de cordons ou rubans parallèles et de dimensions sensiblement égales dans toute la longueur du faisceau.

A l'état frais, avant l'emploi d'aucun réactif, ces cordons musculaires sont caractérisés par l'apparence chagrinée, granuleuse de leur surface. Des interstices qui ont à peu près le quart de leur diamètre, clairs et transparents, séparent les uns des autres les éléments des faisceaux musculaires. Ces interstices ne se voient nettement que dans les faisceaux très-minces, composés d'un très-petit nombre d'éléments; ils sont très-distincts dans des faisceaux composés seulement de trois ou quatre cordons musculaires. A l'état frais, à l'aide d'un grossissement de 600 diamètres, ou même déjà à un grossissement beaucoup plus faible, si l'on fait usage de la lumière bleue, on s'aperçoit que la cause de l'apparence granuleuse que présentent les fibres musculaires, dites lisses, réside dans des stries onduleuses, parallèles au grand axe de la fibre, et qui en forment la substance; ces stries, comme nous le verrons, ne sont pas autre chose que des fibrilles analogues à celles des faisceaux primitifs de la vie animale, dont elles diffèrent seulement par leur moindre diamètre et l'absence de cette régularité des ondulations qui donne aux fibrilles des muscles striés en travers leur aspect caractéristique. Quand le faisceau des fibres lisses est intact, la direction des fibrilles est partout parallèle à l'axe du faisceau lui-même, et elles semblent continues dans toute sa longueur. Cependant, dans de minces fragments d'une tunique musculeuse à fibres assez larges, comme celle du tube intestinal, on reconnaît déjà que les éléments du faisceau musculaire paraissent coupés à distances assez régulières par des lignes très-obliques, qui interrompent la continuité des fibres. Les extrémités de deux segments contigus, coupées en biseau, s'adaptent exactement l'une à l'autre, de telle façon que, réunies, elles reconstituent une fibre cylindrique ou prismatique très-régulière (V. pl. VIII, fig. 4). Quelquefois déjà, à l'état frais, on aperçoit des noyaux allongés en bâtonnets, arrondis aux extrémités, épars en nombre considérable à la surface et dans l'épaisseur du faisceau de fibres lisses. Ces noyaux, que l'action d'un acide dilué rend immédiatement très-apparents, occupent le plus ordinairement le centre des fibres lisses, et sont situés à égale distance des points où ces fibres paraissent interrompues et accolées par leurs extrémités fusiformes.

Il est déjà possible dans beaucoup de cas, à l'état frais, et

sans l'aide d'aucun réactif, de séparer les unes des autres, surtout à l'extrémité des faisceaux, les pointes effilées et fusiformes des fibres contractiles. Il est même assez souvent possible d'isoler complétement des corps, en forme de fuseaux très-allongés, portant à leur partie moyenne le noyau en bâtonnet, et qui ne sont autre chose que les éléments connus sous le nom de *fibres-cellules contractiles*. Ces corps fusiformes sont les parties constituantes des cordes contractiles des muscles lisses. Dans le cas où, comme dans la tunique intestinale, ils sont relativement assez larges et courts, on peut assez souvent isoler des fragments de ces cordes, constitués par la soudure de deux ou trois fibres fusiformes exactement accolées par leurs bords coupés en biseau. Lorsqu'on fait agir sur les faisceaux à fibres lisses, l'acide nitrique concentré, ou mieux encore l'acide chloro-nitrique au cinquième, pendant six à vingt-quatre heures, on isole avec la plus grande facilité les corps fusiformes. Lorsque l'acide est très-concentré, ou qu'il a agi pendant longtemps, ces corps sont étroits, très-réfringents, souvent plissés, onduleux, et effilés en pointes très-fines à leurs extrémités; mais lorsque l'acide est plus étendu ou qu'il a agi moins longtemps, les corps fusiformes, moins profondément altérés par l'action du réactif, se présentent sous une forme un peu différente et qui dévoile mieux leur véritable structure. Au lieu de ces fuseaux très-effilés que l'on figure communément, on rencontre, en beaucoup plus grand nombre, des corps en forme de cylindres ou de prismes, dont les extrémités sont taillées en biseau très-allongé et sur des bords opposés pour chaque extrémité.

Lorsqu'on rencontre plusieurs de ces corps encore unis ensemble, constituant une portion de corde musculaire (V. pl. VIII, fig. 4), on remarque que les bords coupés en biseau s'adaptent de telle façon que deux corps fusiformes reconstituent, par la juxtaposition de leurs extrémités coupées en biseau, un cylindre ou un prisme régulier. Ces corps ne sont donc autre chose que des fragments artificiellement disjoints d'un tout continu, d'un cylindre musculaire, analogue au faisceau des muscles striés. Cette continuité est établie, par les éléments essentiels de toute fibre contractile par les fibrilles. Dans les muscles lisses qui ont séjourné six heures environ dans l'acide chloro-nitrique au cinquième, et qui ont ensuite macéré pendant vingt-quatre

heures dans de l'eau souvent renouvelée, les fibrilles que l'on voit déjà à l'état frais deviennent extrêmement apparentes; seulement elles ont perdu leur frisure leurs ondulations et sont devenues parfaitement rectilignes. Il est facile alors de suivre l'arrangement des fibrilles dans chaque corps fusiforme et dans les cordons résultant de la soudure de plusieurs de ces corps. Dans ces derniers, la direction des fibrilles se continue d'une extrémité à l'autre à travers les intersections résultant de la juxtaposition des extrémités coupées en biseau, comme si les fibrilles étaient groupées pour constituer un cylindre musculaire unique et continu. Dans les corps fusiformes isolés, les fibrilles sont toutes ordonnées parallèlement au grand axe du fuseau et parallèlement au bord de la portion cylindrique de la fibre, de telle façon qu'au lieu de se réunir toutes aux extrémités du fuseau, elles viennent successivement se terminer sur le bord coupé en biseau; là ordinairement elles font saillie sous forme de dentelures effilées qui s'engrènent et se soudent avec les dentelures correspondantes des fibrilles du corps fusiforme juxtaposé (V. pl. VIII, fig. 1). Cette soudure des fibrilles de deux corps fusiformes distincts établit une connexion intime, une entière communauté d'action entre tous les corps fusiformes qui se suivent dans une même direction linéaire pour constituer le véritable élément physiologique, la *corde musculaire* du faisceau contractile.

Cette continuité des fibrilles dans toute la longueur du faisceau frappe immédiatement, même à l'état frais, les yeux de l'observateur. Elle devient évidente dans les muscles qui ont subi pendant un temps assez long (quatre à cinq jours au moins) l'action des acides et en particulier de l'acide chlorhydrique très-dilué (1/1000e). Toute la substance conjonctive est alors transformée en une gelée diffluente, homogène, au sein de laquelle sont comme noyés les fibrilles et les noyaux de la substance contractile. Il n'est plus possible alors d'isoler par aucune manœuvre des corps fusiformes; les faisceaux de substance contractile ont cependant encore assez de ténacité pour qu'on puisse en séparer de minces fragments d'une assez grande longueur. Les fibrilles paraissent alors parfaitement continues, et on ne distingue plus aucune trace des intersections correspondant aux corps fusiformes.

Il est cependant incontestable que l'action de certains réac-

tifs, des acides nitrique, chloro-nitrique en solution assez concentrée, de la potasse ou de la soude à 33 pour 100, décompose la totalité des faisceaux contractiles des muscles lisses en corps fusiformes munis d'un noyau allongé à leur partie moyenne, les *fibres-cellules* de Kölliker. Comment expliquer ce fait en admettant, comme nous le faisons, la continuité des éléments contractiles dans toute la longueur d'un faisceau de muscle lisse? C'est que la continuité est maintenue par le sarcolemme des muscles lisses, et que la destruction de ce sarcolemme entraîne la séparation de pièces soudées les unes aux autres pour constituer les rubans ou cordes musculaires.

L'existence d'un sarcolemme dans les fibres lisses a été contestée par presque tous les observateurs. Remak et Guido Wagner sont les seuls qui l'admettent. Je dois rappeler que, dès 1856 (1), en établissant l'identité de structure des fibres lisses et des fibres striées, j'ai, le premier, indiqué l'existence de ce sarcolemme.

La démonstration d'une enveloppe spéciale de tissu conjonctif propre aux fibres lisses n'est possible que dans certaines conditions et par certains procédés déterminés. C'est en vain que l'on chercherait ce sarcolemme sur les éléments fusiformes que l'on isole parfois à l'état frais, ou bien sur ceux que l'action des acides ou de la potasse met en liberté en si grand nombre. Ces corps fusiformes, en effet, sont alors complétement dépourvus de sarcolemme. Dans le premier cas, ils sont sortis de leur gaîne conjonctive; dans le second, cette gaîne a été complétement détruite par l'action des réactifs. Les gaînes de tissu conjonctif qui constituent les enveloppes immédiates de la substance contractile dans les muscles lisses forment un système indépendant par lequel les corps fusiformes sont enfermés dans une gaîne commune dans toute la longueur d'une corde musculaire. C'est ainsi que la substance conjonctive, comme nous l'avons dit plus haut, établit la continuité des corps fusiformes d'une même série longitudinale. L'isolement prompt et facile des corps fusiformes est le résultat immédiat de la destruction de ces gaînes tubulaires. Tant que ces gaînes existent, la substance contractile reste continue, sauf les cas

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*

où, comme à l'état frais, elle est brisée et expulsée de l'intérieur des tubes sarcolemmatiques.

Chez les vertébrés, on ne peut guère démontrer l'existence du sarcolemme des fibres lisses que par des moyens indirects : 1° en détruisant la substance du sarcolemme et mettant ainsi en liberté les corps fusiformes contenus dans ces tubes, à l'aide de l'acide chloro-nitrique; 2° en détruisant et dissolvant la substance contractile tout en conservant la substance conjonctive, les faisceaux de fibres lisses n'étant plus alors représentés que par les noyaux et la charpente conjonctive des sarcolemmes, résultat que l'on obtient en faisant macérer des faisceaux de fibres lisses dans l'acide chlorhydrique au millième. Au bout de deux ou trois jours, on peut suivre pas à pas, pour ainsi dire, la lente destruction de la substance contractile, la diminution de diamètre des cordes musculaires, et le gonflement graduel de la substance conjonctive propre, qui prend peu à peu la place occupée précédemment par la substance contractile : après cinq à six jours, par une température moyenne de 25° environ, la masse des faisceaux des fibres lisses n'est plus représentée que par une gelée cohérente de substance conjonctive, traversée dans toute la longueur des faisceaux par de très-fins canalicules munis de noyaux sur leur trajet à distance régulière, canalicules qui ne sont rien autre chose que les cavités ou tubes du sarcolemme antérieurement remplis par la substance contractile.

Chez les invertébrés, il est beaucoup plus facile de mettre en évidence l'existence d'un sarcolemme propre des fibres lisses dont la disposition, du reste, est absolument la même que dans les faisceaux de muscles lisses des vertébrés. Les muscles de la vie animale chez la plupart des mollusques et des annélides, par exemple, se résolvent avec une très-grande facilité, lorsqu'ils ont macéré pendant huit heures environ dans l'acide chloro-nitrique au cinquième, en fibres-cellules très-grandes, mais très-régulières et présentant le type le plus parfait des corps fusiformes considérés comme les vrais éléments des muscles lisses.

Or ici le sarcolemme est très-facile à mettre en évidence. Lorsqu'on dissocie chez ces animaux les faisceaux musculaires encore contractiles ou au moment de l'apparition de la rigidité cadavérique, on brise les fibres en fragments de longueur va-

riable : les uns, munis d'un noyau sur un point de leur longueur, ce sont généralement les plus longs; les autres, plus courts et dépourvus de noyaux. Sous la pression des instruments et de la plaque de verre mince, ces fragments s'échappent de l'intérieur des faisceaux musculaires et se présentent en grand nombre dans le champ de la préparation, dépourvus de toute enveloppe, de tout sarcolemme; mais dans le faisceau musculaire lui-même, beaucoup de ces fragments sont restés encore enfermés dans leur gaîne de substance conjonctive. On voit ainsi dans une même gaîne tubulaire des fragments d'un ou de plusieurs corps fusiformes, séparés les uns des autres par des intervalles assez considérables, intervalles où se montre seule et isolée la gaîne de substance conjonctive; dans d'autres parties du faisceau, où la substance contractile brisée a été complétement expulsée, les gaînes conjonctives restent seules; très-fines et délicates, revenues sur elles-mêmes et formant des plis nombreux (V. pl. VIII, fig. 6), elles peuvent prendre l'apparence de fibrilles; mais la différence d'aspect entre ces membranes conjonctives et la substance contractile si réfringente, ne permet pas de les confondre l'une avec l'autre, et il est presque toujours facile de constater la continuité des membranes plissées à la surface des fragments de corps fusiformes dont elles constituent le sarcolemme. La teinture d'iode fournit, du reste, un moyen très-simple et très-facile de distinguer au premier coup d'œil la charpente conjonctive des faisceaux musculaires des fragments de substance contractile : elle colore ces fragments en jaune orangé très-vif, tandis que la substance conjonctive ne se colore pas, ou prend à peine une teinte paille très-claire. Il est très-facile de vérifier les faits que je viens d'indiquer sur les faisceaux musculaires des *hélix* ou des *hirudinées*. Là aussi on peut, à l'état frais, observer avec une grande facilité le mode d'union des corps fusiformes, voir comment les extrémités, coupées en biseau, s'engrènent les unes dans les autres par des dentelures très-manifestes qui établissent entre elles une véritable continuité; comment les corps fusiformes s'adaptent toujours exactement, de façon à constituer des cordes musculaires dont le calibre et la forme, généralement cylindriques, restent dans toute la longueur du muscle parfaitement uniformes; comment enfin le sarcolemme passe sans interruption au-dessus des surfaces

d'union des corps fusiformes, de manière à enfermer dans une cavité commune tous les segments d'un même cylindre musculaire (V. Pl. VIII, fig. 3 et 6).

Du sarcolemme.

Pour comprendre la véritable signification du sarcolemme et ses rapports avec la substance contractile, il ne faut pas se borner à l'envisager dans les muscles des mammifères. Là, en effet, le sarcolemme forme des tubes à la face interne desquels sont accolés les noyaux musculaires et dont la membrane semble n'envoyer aucun prolongement dans l'intérieur du faisceau lui-même. Mais il n'en est pas ainsi chez tous les vertébrés ni chez la plupart des invertébrés, et en particulier chez les crustacés. Le volume des faisceaux primitifs chez les reptiles écailleux, chez les reptiles nus, et même dans les muscles pectoraux des oiseaux, est beaucoup plus considérable que chez les mammifères : il égale presque celui des faisceaux secondaires dans cette dernière classe; c'est qu'en effet, comme nous le verrons tout à l'heure, ces faisceaux primitifs représentent en réalité de véritables faisceaux secondaires. Chez les crustacés, un faisceau primitif constitue même souvent à lui seul, un muscle entier dont le sarcolemme identique, par ses apparences et les propriétés de sa membrane constituante, au sarcolemme des mammifères, est en réalité un *Périmysium externum*. En observant une coupe transversale de ces volumineux faisceaux primitifs, on remarque tout d'abord une différence fondamentale entre eux et les faisceaux primitifs des mammifères : elle consiste en ce que les noyaux musculaires ne sont plus seulement ici limités à la face interne du sarcolemme, mais sont disséminés dans l'intérieur de la masse du faisceau et se retrouvent jusque dans ses parties centrales. Ces noyaux cependant se rencontrent toujours dans l'épaisseur, et surtout au point de jonction de lames de substance conjonctive qui, partant de la face interne du sarcolemme et pénétrant dans l'épaisseur du faisceau primitif, divisent sa masse en segments dont les dimensions correspondent à celles des faisceaux primitifs des mammifères. Dans chacun de ces segments, les fibrilles sont à leur tour groupées en cylindres primitifs, de telle façon que si l'on examine une coupe transversale de muscles, des

batraciens par exemple, et qu'on la compare à une coupe de muscles des vertébrés, en tenant compte surtout de la position des noyaux et des dimensions des différentes divisions de la masse musculaire, les segments des faisceaux primitifs des batraciens représentent exactement les faisceaux primitifs des mammifères avec les noyaux de leur membrane d'enveloppe, tandis que les faisceaux primitifs avec leur sarcolemme, correspondent exactement à des faisceaux secondaires de mammifères (V. Pl. VII, fig. 1).

Le sarcolemme représente dans l'organisation des muscles cette forme de membrane conjonctive que l'on rencontre à la limite de la distribution vasculaire dans les tissus. Il est analogue à cette membrane désignée sous le nom de *Périnèvre*, qui enveloppe les groupes élémentaires de tubes nerveux et que l'on s'accorde communément à rattacher au tissu conjonctif. On doit probablement rattacher à la même famille de tissus la membrane propre des tubes glandulaires et la membrane propre des capillaires à une seule tunique. Le sarcolemme, s'il ne représente qu'une forme du tissu conjonctif, n'est pas un élément indispensable de la constitution de la substance contractile, ainsi qu'il faudrait nécessairement l'admettre en considérant cette substance comme un contenu de cellule et le sarcolemme comme une membrane de cellule. Nous voyons, en effet, dans toute une classe de muscles, les muscles thoraciques des insectes, le sarcolemme manquer complétement. Là les fibrilles sont réunies en groupes correspondant aux faisceaux primitifs uniquement par les ramifications des trachées qui les enveloppent en manière de réseau. Aucune membrane commune ne retient ensemble les fibrilles d'un même faisceau: chaque fibrille, au contraire, est entourée partout par une couche de substance conjonctive qui lui forme une gaîne spéciale. Les couches d'enveloppe de toutes les fibrilles d'un même faisceau paraissent continues entre elles, et sur des coupes tranversales, elles ont l'apparence d'un système d'alvéoles dans l'intérieur desquelles est logée chaque fibrille (V. Pl. VII, fig. 3 et 5).Les noyaux apparaissent disséminés dans les cloisons de ces alvéoles, tant à la périphérie qu'au centre des faisceaux. C'est une disposition que l'on peut rapprocher de celle des muscles des poissons et des reptiles nus, avec cette seule différence que les cloisons, au lieu de séparer

des segments de faisceau musculaire comprenant un nombre considérable de fibrilles, fournissent une enveloppe spéciale à chacune des fibrilles. Ces gaînes fibrillaires qui apparaissent dans les muscles thoraciques des insectes, à leur summum de développement sont vraisemblablement représentées dans les muscles des vertébrés par une mince couche de vernis plasmatique interposée aux fibrilles d'un même cylindre primitif.

Il peut sembler extraordinaire de considérer une couche de substance liquide ou demi-liquide comme analogue à une membrane de tissu conjonctif douée d'une résistance telle que celle du sarcolemme. Mais cette manière de voir semblera plus acceptable si l'on veut bien remarquer qu'aux premiers temps du développement des muscles chez l'embryon, le sarcolemme lui-même (au 4e jour de l'incubation, par exemple, chez le poulet) n'est rien autre chose qu'une substance liquide baignant de toutes parts la substance contractile. C'est seulement par les progrès du développement qu'il se solidifie et se constitue en membrane. D'un autre côté, les enveloppes des fibrilles des muscles thoraciques des insectes, dont l'existence ne saurait être contestée, leur épaisseur égalant au moins la moitié du diamètre transversal des fibrilles, ces enveloppes qui, sur les muscles desséchés, se montrent comme des cloisons solides et continues dans toute la masse d'un faisceau musculaire, ne sont à l'état frais rien autre chose qu'une couche de substance visqueuse, demi-liquide, que la moindre pression résout en innombrables gouttelettes qui s'échappent de l'interstice des fibrilles et inondent le champ de la préparation (V. Pl. VII, fig. 3 et 4).

On voit donc qu'en envisageant le sarcolemme, non plus sous une seule de ses formes, mais sous tous les aspects qu'il peut présenter dans les muscles striés, il ne constitue pas seulement une enveloppe extérieure des faisceaux primitifs, mais une charpente complète de substance conjonctive qui enveloppe le faisceau primitif, pénètre dans son intérieur, dans l'interstice des principaux segments de la masse contractile et s'insinue, non-seulement entre les cylindres primitifs, mais entre les fibrilles élémentaires elles-mêmes. De la périphérie au centre du faisceau primitif, les divisions de cette charpente deviennent de plus en plus ténues, et leur consistance diminue en même temps jusqu'à ce qu'elle ne représente plus qu'un

vernis plasmatique interfibrillaire. Mais ce qui rattache à un système commun ces différentes parties, c'est la présence des noyaux et des lacunes qui leur correspondent dans les différents points de cette charpente plasmatique intérieure des faisceaux primitifs. Nous voyons, en effet, chez les poissons, les reptiles nus, les noyaux accompagner les divisions secondaires du sarcolemme jusque dans l'intérieur du faisceau et, dans les muscles des ailes des insectes, ces noyaux correspondre aux cloisons mêmes des fibrilles. Dans l'intérieur des faisceaux primitifs des mammifères ou dans les segments secondaires des faisceaux des reptiles, il n'y a plus de noyaux, mais le système des lacunes plasmatiques auquel appartiennent ces noyaux y est encore représenté par des canalicules correspondant aux angles de jonction des cylindres primitifs. Dans l'intérieur de ces canaux, au lieu de noyaux, on ne rencontre plus que de petites agglomérations de ces granulations graisseuses que l'on observe aussi au voisinage des extrémités des noyaux musculaires.

Le sarcolemme des *fibres lisses* forme, comme je l'ai déjà dit, une gaîne commune à tous les segments fusiformes d'une même fibre ou corde musculaire. Ce sarcolemme n'est pas une partie constituante de l'élément contractile pas plus que celui des faisceaux striés : de la face interne des cloisons de tissu conjonctif fibreux qui enveloppent les faisceaux secondaires des muscles lisses se détachent successivement des lamelles de tissu conjonctif anhyste et homogène qui, pénétrant dans la masse des fibres contractiles, s'entrecoupent et se soudent les unes aux autres aux angles de jonction de manière à constituer une série de loges prismatiques ou cylindriques qu'occupent les fibrilles contractiles. Cette disposition est très-facile à constater sur des coupes perpendiculaires à l'axe des faisceaux musculaires lisses du gesier des gallinacées ou de la tunique musculaire de l'estomac des ruminants. Ces coupes peuvent être faites à l'état frais, mais on obtient de meilleures préparations en les pratiquant sur des muscles séchés, et en ramollissant ensuite les lamelles détachées dans l'eau distillée. En traitant les préparations ainsi obtenues par l'ammoniaque caustique, la substance contractile, devenue complétement transparente, semble disparaître instantanément ; le squelette conjonctif se détache seul, avec une extrême netteté, dans le

champ d'observation. La connexion entre toutes les parties qui le constituent ne saurait alors laisser aucun doute. Les coupes transversales des épaisses cloisons fibreuses des faisceaux secondaires semblent comme autant de troncs d'où partent des ramifications qui se subdivisent elles-mêmes à l'infini pour constituer un réseau délicat et régulier, à mailles polygonales, réseau qui n'est rien autre chose que la coupe transversale des cloisons qui circonscrivent et séparent les unes des autres les fibres lisses, et constituent le sarcolemme de ces fibres.

S'il pouvait rester à cet égard le moindre doute, il serait immédiatement dissipé par le lavage de la préparation à l'eau distillée et l'addition d'une goutte de solution faible de carminate d'ammoniaque, qui font apparaître en très-peu de temps, dans l'aire des mailles du réseau, la coupe des fibrilles contractiles et des noyaux des fibres lisses.

Le sarcolemme du tissu musculaire du cœur présente une disposition qui démontre également la continuité du tissu conjonctif dans toute la masse de substance contractile, depuis les lames fibreuses d'enveloppe jusqu'au centre des faisceaux primitifs. On a remarqué depuis longtemps que le sarcolemme des faisceaux primitifs du cœur diffère de celui des faisceaux primitifs des muscles de la vie animale : Kölliker se borne à dire qu'il est extrêmement mince et ne peut être démontré sans le secours des réactifs. Ce qui est certain, c'est qu'on ne peut jamais dans le cœur observer de ces gaînes de sarcolemme en forme de tube, qu'il est si facile d'isoler dans les muscles de la vie animale; cela ne tient pas seulement à la ténuité plus grande de cette enveloppe, mais surtout à ses connexions avec les fibrilles et les cylindres primitifs du cœur. Tandis que dans les muscles de la vie animale les cloisons intérieures du faisceau primitif, très-minces et peu résistantes, se détachent très-facilement de la membrane très-solide et très-élastique du sarcolemme, il n'en est pas de même dans le cœur où les cloisons, que le sarcolemme envoie entre les cylindres primitifs d'un même faisceau, égalent le sarcolemme lui-même en résistance et en épaisseur, et ne peuvent s'en séparer sans entraîner la déchirure de celui-ci. Le sarcolemme, au lieu de former une simple tunique extérieure aux faisceaux, pénètre donc dans toute sa masse. Aussi trouve-t-on les noyaux satel-

lites des lames de tissu conjonctif jusqu'au centre même de ces faisceaux, ainsi que l'a bien vu Donders. Ces noyaux cependant ne sont pas uniquement situés au centre des faisceaux : on les rencontre au moins aussi fréquemment à leur périphérie. Ils sont partout accolés intimement aux lames de la substance conjonctive qui forme la charpente des faisceaux musculaires. Ces lames ici ayant un développement égal à la périphérie et dans l'intérieur des faisceaux, les noyaux se trouvent aussi bien au centre qu'à la périphérie des groupes de cylindres primitifs. Ajoutons de plus que les membranes sarcolemmatiques se continuent d'un faisceau à l'autre au niveau des anastomoses, et que, par suite, au lieu d'un système de tubes distincts comme dans les muscles de la vie animale, les sarcolemmes des faisceaux du cœur forment un système continu dans toute la masse charnue, système qui se rattache en dehors aux cloisons fibreuses des gros faisceaux, et en dedans aux lamelles interstitielles des cylindres primitifs.

Des cellules musculaires.

Les faisceaux primitifs des muscles de la vie animale avec leur charpente intérieure de substance conjonctive et leur système de circulation propre, constituée par les lacunes, les canaux plasmatiques et les noyaux musculaires, situés dans l'épaisseur des cloisons, ne sauraient plus être rattachés à une formation cellulaire primitive que par les esprits qu'aveugle un système préconçu. Non-seulement le véritable mode de développement des muscles de la vie animale est absolument contraire à cette manière de voir (1), mais comment concevoir une cellule qui possède dans son intérieur tout un système de formations cellulaires (*muskelkörperchen*) identique au système des cellules plasmatiques du tissu conjonctif?

Si la nature cellulaire des faisceaux primitifs des muscles de la vie animale doit être complétement rejetée, en est-il de même pour les muscles de la vie organique, ou bien les corps musculaires fusiformes sont-ils réellement des cellules, des fibres-cellules musculaires?

Dans les muscles de la vie organique et les muscles à fibres

(1) Voyez mon mémoire sur le Développement des muscles de la vie animale et du cœur. (*Journal de la Physiologie de l'homme*, etc., vol. VI, 1863, p. 459.

lisses des invertébrés, nous trouvons, comme dans les muscles de la vie animale, une charpente de substance conjonctive, (les sarcolemmes des fibres lisses), et des fibrilles; deux systèmes différant l'un de l'autre par leur origine comme par leur nature, et n'ayant jamais été parties constituantes d'une même cellule. Le grand argument en faveur de la nature cellulaire de ces corps, c'est la présence d'un noyau correspondant à chacun d'eux comme le noyau correspond à la cellule. Mais ce noyau appartient-il bien en propre à la substance contractile, aux fibrilles? Nullement. Pour décider la question, que l'on observe les fibres-cellules types dans les muscles des parois du tronc, chez les *hirudinées* ou les *hélix*. Les fibrilles qui les constituent sont, avons-nous dit, continues par leur engrènement réciproque, et par la soudure même de ces parties au niveau des extrémités coupées en biseau; on peut isoler, à l'aide de l'acide chloronitrique au cinquième, des cordes musculaires constituées par cinq à six segments fusiformes soudés. A l'intérieur de chacun de ces segments, se trouve une cavité qui en occupe toute la longueur et qui est remplie par une substance plasmatique granuleuse. C'est au centre de cette substance que se trouve le noyau, c'est à elle qu'il appartient.

Dans l'intérieur de chacun de ces segments se trouve un appareil de nutrition, une lacune plasmatique dont le noyau est le centre d'action, c'est là la véritable cellule; mais la substance contractile, le groupe de fibrilles qui l'entoure, ne lui appartient pas plus que la substance fondamentale de l'os n'appartient aux cellules osseuses et à leurs canalicules ramifiés. Le noyau central des segments musculaires fusiformes et la cavité qui le renferme représentent exactement, dans les muscles lisses, les noyaux et les canalicules plasmatiques des faisceaux primitifs des muscles de la vie animale. La cavité centrale correspondant au noyau n'existe pas partout au même degré de développement que chez les Hirudinées. Elle est encore très-développée, mais plus petite cependant, chez les Hélix où elle semble s'effacer complétement sous l'action des acides concentrés; les fibres fusiformes deviennent alors tout à fait semblables en apparence à celles des muscles lisses des vertébrés; on retrouve cependant encore au centre de quelques-unes d'entre elles, une strie obscure, reste de la cavité effacée. Il m'a semblé plusieurs fois retrouver une apparence sem-

blable dans les fibres fusiformes des muscles lisses des vertébrés. Sur des coupes transversales, les fibres pour lesquelles la coupe ne passe pas au niveau du noyau, présentent presque toujours à leur centre une cavité ponctiforme que la teinture de carmin met en évidence en y pénétrant. C'est probablement la section du canalicule central, correspondant au noyau. Dans les muscles qui ont séjourné assez longtemps dans l'acide chlorhydrique dilué pour que toute la substance contractile ait été dissoute, les noyaux semblent encore réunis les uns aux autres au sein de la masse conjonctive gélatiniforme par des stries obscures, vestige probable de ce canalicule central.

L'indépendance du noyau et du faisceau de fibrilles contractiles se trouve en quelque sorte naturellement démontrée par la disposition que l'on observe chez les Lombrics, les Naïs, les Néréides, etc. Les fibres fusiformes, excessivement longues, rubannées, n'ont pas de cavité plasmatique centrale, aussi sont-elles dépourvues de noyaux dans leur intérieur. C'est même exceptionnellement que l'on rencontre des noyaux accolés au sarcolemme extérieur des fibres. Ces noyaux, en effet, sont situés dans l'épaisseur des cloisons interstitielles et tout à fait indépendants des segments fusiformes de fibrilles contractiles.

Je crois pouvoir conclure de tous ces faits que les segments fusiformes des fibres ou cordes musculaires ne sont autre chose que des divisions de ces fibres, un mode particulier de groupement des fibrilles; dans les faisceaux primitifs des muscles striés en travers, les fibrilles se groupent en cylindres dont la longueur égale celle de la corde musculaire, et qui peuvent être isolés les uns des autres dans le sens de l'épaisseur du faisceau primitif. Dans les muscles lisses, les fibrilles se groupent en segments séparables les uns des autres suivant la longueur, et possédant à leur centre les lacunes plasmatiques et les noyaux qui habituellement correspondent à la périphérie des cylindres primitifs dans les muscles striés.

En poursuivant l'analogie démontrée entre l'organisation extérieure des muscles et l'arrangement de leurs parties élémentaires, on pourrait considérer les intersections des cordes musculaires lisses comme équivalentes aux intersections fibreuses de certains muscles (le muscle droit de l'abdomen.

par exemple), les faisceaux des différents ventres du muscle constituant, de même que les différents segments fusiformes d'une même corde musculaire, un système continu. Des intersections fibreuses peuvent accidentellement se rencontrer dans des muscles qui n'en présentent pas à l'état normal, de même les faisceaux primitifs striés, bien qu'habituellement continus d'une extrémité à l'autre du muscle, peuvent cependant quelquefois présenter des intersections analogues à celles des cordes musculaires lisses. Ce sont des faits de cette nature, toujours exceptionnels, qui ont pu faire croire à certains observateurs que les faisceaux primitifs des muscles volontaires étaient constitués normalement par des fibres-cellules fusiformes (*Rollet, Herzig* et *Bisiadecki*).

Stries transversales des faisceaux et des fibrilles.

Les fibres musculaires de la vie animale sont caractérisées, comme on sait, chez tous les vertébrés et chez beaucoup d'invertébrés par des stries ou raies transversales alternativement claires et obscures. Lorsqu'on parvient à isoler les fibrilles élémentaires des faisceaux primitifs striés, on constate également sur ces filaments déliés l'alternance régulière de zones claires et obscures, et une apparence qui les a fait désigner sous le nom de fibres *articulées, variqueuses, moniliformes.* Depuis Leuwenhooek, toutes les opinions possibles ont été tour à tour émises et combattues sur la nature et la cause des stries transversales des faisceaux et des fibres élémentaires. Les premiers observateurs en parlent communément comme de rides ou d'ondulations des fibres et des filaments; malheureusement l'imperfection des moyens d'étude à cette époque, l'obscurité des descriptions et l'absence de dessins suffisamment exacts ne permettent pas de discerner si on a réellement vu alors les faisceaux primitifs et les fibrilles, ou seulement des faisceaux secondaires et des faisceaux primitifs, et s'il s'agit dè véritables stries transversales ou seulement des rides et des ondulations en zigzag, visibles déjà à l'œil nu ou à la loupe : apparences qui sont du reste tout à fait accidentelles et indépendantes des conditions de structure de la substance contractile. Plus près de nous, on considéra les fibrilles élémentaires des muscles, tantôt comme des séries de globules, tantôt comme des filaments droits; les uns attri-

buèrent les stries transversales des faisceaux, tantôt à des plis de la gaîne, tantôt à des filaments en spirale, enroulés autour du faisceau et ne se rencontrant qu'à sa périphérie. Henle, par exemple, résumait encore ainsi, il y a vingt ans, le résultat de ses observations sur ce point :

« Ce qui semble plus vraisemblable, c'est que les fibres primitives, quoique formées peut-être aussi de fibres longitudinales dans l'intérieur, sont cependant entourées extérieurement de larges rubans annulaires ou en spirale, dont la disposition est telle qu'en général les tours des rubans se touchent exactement et ne laissent aucun intervalle entre eux. »

Aujourd'hui, les histologistes se divisent généralement en deux camps : les uns, admettant l'existence réelle des fibrilles, les considèrent généralement comme formées de parties douées de propriétés optiques, alternativement différentes ; les autres admettent, avec Bowman, que les fibrilles sont un mode de division artificielle de la substance contractile ; que celle-ci peut également et aussi facilement se diviser en disques transversaux, car elle serait essentiellement constituée par des particules élémentaires (*sarcous elements*), groupées en séries régulières, tant dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Cette dernière opinion, modifiée par l'admission d'une substance intermédiaire, interposée aux disques de particules contractiles (*Dobie*, *Brücke*) ou même de deux substances unissantes l'une longitudinale, l'autre transversale (*Munck*), paraît compter aujourd'hui le plus grand nombre de partisans.

Quelle que soit, du reste, l'opinion adoptée sur la constitution intime de la substance contractile, tous les observateurs semblent aujourd'hui s'accorder sur ce point, que les stries transversales des faisceaux primitifs sont toujours dues à la cause même qui détermine la présence de zones alternativement claires et obscures sur les fibrilles, ou bien au mode de groupement des « sarcous elements » (*disdiaclastes* de Brücke), séparés par des zones de substance intermédiaire. La striation transversale du faisceau primitif résulterait, pour ainsi dire, de l'addition des stries transversales des fibrilles. Il est vrai que dans quelques cas, lorsque les stries longitudinales, par exemple, sont nettement marquées et dans certains muscles en particulier, comme les muscles du thorax des insectes, les

stries des fibrilles visibles dans toute l'étendue du faisceau primitif se correspondent exactement et déterminent une striation transversale commune à tout le faisceau. Mais il s'en faut de beaucoup que les véritables stries transversales, celles surtout qui apparaissent si nettes et si accusées sur des faisceaux où il ne se voit pas trace de striations longitudinales, soient dues à cette cause. Il n'est pas rare, même chez les vertébrés, d'apercevoir entre les stries transversales des faisceaux, vigoureusement accusées, d'autres stries plus fines, plus délicates et plus rapprochées, qui se rapportent à celles des fibrilles. Chez les articulés, on peut presque toujours distinguer ces deux ordres de stries (V. Pl. VII, fig. 4). Les vraies stries transversales, communes à tout le faisceau, sont ici généralement beaucoup plus larges et plus écartées que chez les vertébrés; elles correspondent du reste parfaitement aux stries transversales de ces derniers, qu'elles nous présentent pour ainsi dire naturellement grossies. Un faisceau primitif d'insecte à un grossissement de 80 à 100 diamètres, est identique au point de vue des stries transversales à un faisceau primitif de vertébré, observé à un grossissement de 4 à 500 diamètres. Entre ces stries transversales de faisceaux des insectes, on distingue plus ou moins nettement la striation en travers des fibrilles, dont les intervalles sont 4 à 5 fois moindres.

Les stries transversales de premier ordre appartiennent à la totalité du faisceau; elles sont dues à des ondulations de sa surface qui se répètent dans toute son épaisseur. Les zones obscures et claires résultent du jeu des ombres et des lumières, au niveau des reliefs et des dépressions.

Chez les vertébrés même, les stries transversales des faisceaux, telles qu'on les observe communément, surtout les stries obscures, ont une épaisseur deux ou trois fois plus considérable que celle des particules alternativement obscures et claires des fibrilles contractiles. Cette observation seule suffirait à empêcher d'admettre que les stries des faisceaux résultent de la juxtaposition des stries fibrillaires. Il est vrai que les observateurs qui admettent l'existence des *sarcous elements* ou des *Disdiaclastes* supposent que ceux-ci peuvent se grouper en disques, dont l'épaisseur varie avec celle des stries; mais un tel mode de groupement n'est compatible qu'avec l'état de vie et d'activité de la fibre musculaire, et nous verrons plus tard qu'on

peut à volonté faire varier après la mort, l'épaisseur et l'écartement des stries transversales par une distension ou une rétraction toute mécanique des fibres musculaires, qui ne pourrait en aucune façon modifier le groupement des *Disdiaclastes*. Ce résultat ne saurait surtout se comprendre, si on admet avec Brücke, Rollet, etc., que les disques formés par la juxtaposition des *Disdiaclastes*, sont séparés par des zones de substance intermédiaire. Enfin dans cette théorie, d'après laquelle les stries transversales obscures sont constituées par une substance biréfringente, les *Disdiaclastes* et les stries claires par une substance intermédiaire monoréfringente, les apparences optiques de ces deux ordres de stries devraient toujours se présenter pour chacune d'elles avec les mêmes caractères. Or, c'est le contraire que l'on observe précisément. De simples changements de foyer de l'objectif, suffisent le plus souvent à transformer les stries obscures en stries claires, et réciproquement les stries claires en stries obscures. J'ai montré, dans un précédent travail (1), que l'on arrivait exactement au même résultat dans les observations à l'aide de la lumière polarisée, que les stries claires, prétendues inactives de Brücke, dévient la lumière polarisée, exactement comme les stries obscures, et peuvent présenter les mêmes alternatives de coloration dans la polarisation chromatique; qu'il n'y a en un mot aucune différence au point de vue des propriétés optiques entre les stries claires et les stries obscures des faisceaux primitifs. J'ai fait voir également comment une substance privée de la double réfraction par sa constitution moléculaire, pouvait acquérir la faculté de polariser la lumière aussi énergiquement qu'une substance biréfringente, et cela par le seul fait de fissures nombreuses dans sa masse ou d'ondulations à sa surface. Ces conditions sont précisément celles que réalise la structure des faisceaux musculaires striés. Les fines fibrilles et leurs innombrables interstices donnent aux faisceaux musculaires comme aux faisceaux fibreux, tendineux, leurs propriétés générales de double réfraction, et, dans les deux cas, de simples ondulations de la surface donnent lieu à l'apparition des bandes de couleurs alternantes, variant avec l'orientation de l'axe des

(1) Phénomènes de polarisation des tissus organisés, etc. In *Journal de la Physiologie de l'homme*, etc., 1862, vol. v, p. 247 et suiv.

faisceaux. Le fait est complétement hors de contestation pour les ondulations des faisceaux fibreux conjonctifs et pour les grosses ondulations visibles à l'œil nu ou à la loupe (zigzag des faisceaux musculaires); mais on pourrait contester que les stries transversales des faisceaux striés, bien que présentant les mêmes apparences dans la lumière polarisée, fussent réellement dues à de simples alternances de relief et de dépression, à des ondulations communes à la totalité des éléments constituant les faisceaux primitifs.

Les apparences que présentent les stries transversales sont, en effet, bien loin d'être uniformes; des types très-tranchés et qui semblent très-différents s'observent surtout dans les muscles striés des articulés; mais ces types ne sont pas propres à cette classe, et on peut en retrouver les analogues chez les vertébrés. Il est d'abord important de remarquer que, bien que se rapportant généralement à certaines conditions de l'état des fibres musculaires, observées tantôt pendant la vie, tantôt pendant la rigidité cadavérique, tantôt après la cessation de celle-ci, ces types peuvent néanmoins se rencontrer tous, ou presque tous, dans une seule et même préparation des fibres d'un même muscle. Ils ne correspondent donc pas à une structure différente pour chaque type, mais seulement à des apparences variées d'un mode de structure commun à tous. Il y a même quelque chose de plus : un faisceau musculaire peut, dans une partie de son étendue, présenter successivement des apparences très-différentes suivant les changements de position du foyer de l'objectif. C'est ce que l'on peut voir sur la figure 6 de la planche VII, qui montre successivement de haut en bas les différents aspects que prennent les mêmes stries transversales à mesure que le foyer, rasant d'abord la surface du faisceau, se rapproche de plus en plus de celle-ci; on voit d'abord des zones ou des disques clairs et obscurs séparés nettement les uns des autres par des lignes de démarcation très-tranchées, apparences qu'aiment surtout à représenter les partisans de la théorie des disques; puis les zones claires deviennent obscures, et les disques obscurs deviennent à leur tour clairs et brillants; puis enfin des stries longitudinales masquées jusque-là, par l'intensité des ombres et des lumières, se montrent dans les zones claires; les lignes de démarcation entre les zones alternantes s'effacent graduelle-

ment et se fondent en teintes ombrées. En dernier lieu, enfin, quand la position du foyer de l'objectif est telle qu'elle permet de voir à la fois ou par de très-légers changements les plans différents des couches superficielles du faisceau, les stries longitudinales et les fibrilles se continuent sans interruption, les stries claires et les stries obscures passent les unes aux autres par des teintes fondues et se montrent à un œil tant soit peu exercé à juger les effets de perspective, d'ombre et de lumière, comme une succession de reliefs et de creux annulaires, comme des ondulations parfaitement régulières de la surface du faisceau primitif. La preuve directe de l'exactitude de cette interprétation est fournie en même temps par une vue du profil de la fibre constitué par une série de courbes de courts rayons qui forment comme des dentelures au bord du faisceau : la convexité correspond aux saillies des reliefs de la surface, de même que les angles rentrants du point d'intersection des courbes correspondent aux dépressions qui séparent les ondulations.

Les courbes du profil correspondent toujours très-exactement à la disposition des stries transversales. Quand celles-ci sont toutes égales et uniformes, on ne constate sur le profil du faisceau primitif qu'une seule espèce de courbes, tandis que dans le cas assez fréquent chez les articulés où de larges stries obscures alternent avec des stries plus étroites, on voit aussi alterner au profil du faisceau des courbes correspondant aux stries larges, et des dentelures plus fines correspondant aux stries étroites. Les dentelures du profil du faisceau primitif peuvent assez facilement être constatées chez les vertébrés, en particulier chez les reptiles, dans des faisceaux primitifs tels qu'ils se présentent naturellement au moment où s'établit la rigidité cadavérique. Chez les mammifères, on peut les voir également, surtout si l'on s'arrange de façon à observer les stries transversales dans leur plus grand degré d'écartement. C'est ce qu'il est facile de réaliser en exerçant sur les fibres musculaires des tractions qui les allongent de deux ou trois fois leur longueur à l'état de repos, procédé qu'il faut mettre en usage lorsque la contractilité musculaire dure encore et surtout dans la période qui précède immédiatement l'apparition de la rigidité cadavérique. Mais il existe encore un moyen plus facile et non moins certain de démontrer que les stries trans-

versales des faisceaux primitifs, alternativement claires et obscures, ne sont pas autre chose que des dépressions et des saillies dues aux ondulations des éléments qui constituent le faisceau primitif. Ce moyen, c'est d'observer à l'aide du stéréoscope deux images d'un même faisceau primitif, prises sous des angles différents à des grossissements de 300 à 500 diamètres. L'effet de relief devient alors tellement évident, que les faisceaux primitifs se présentent sous l'aspect de colonnes polyédriques ou cylindriques à cannelures transversales ou de véritable vis dont le filet est représenté par les stries claires et le pas de vis par les stries obscures.

Il est assurément possible, à l'aide de l'examen microscopique seul, de reconnaître la véritable cause des stries transversales des faisceaux musculaires. Aux preuves directes que j'ai énumérées, et qui sont pour ainsi dire résumées dans la figure 6 de la planche VII, on peut encore ajouter les analogies que présentent les ondulations des faisceaux fibreux avec l'apparence des stries transversales musculaires, et surtout ces bandes alternativement claires et obscures que l'on a quelquefois indiquées comme stries transversales dans les fibres lisses, dans les fibres musculaires de quelques annélides, etc., et qui ne sont, en réalité, rien autre chose que de véritables ondulations, des plissements de rubans musculaires très-faciles à constater sur le profil des fibres. Mais, je le répète, l'examen stéréoscopique surpasse en évidence tous les autres modes de démonstration, et ne peut laisser sur ce sujet le moindre doute à l'œil même le moins exercé (1).

Les fibrilles isolées présentent une incontestable analogie d'aspect avec les faisceaux striés qu'elles constituent. Les parties alternativement claires et obscures qui se succèdent dans toute leur longueur simulent si exactement les stries claires et obscures des faisceaux eux-mêmes qu'on a cru, et que beaucoup d'histologistes persistent à croire, que les stries transversales des faisceaux n'ont pas d'autre raison d'être que la juxtaposition régulière de toutes les parties claires et de toutes les parties obscures des fibrilles d'un même faisceau. Si

(1) C'est grâce à une ingénieuse disposition du microscope photographique, imaginée par M. Moitessier, et avec le concours de cet habile physicien, que j'ai obtenu ce nouveau mode de démonstration de la structure des fibres striées; je suis heureux de pouvoir le remercier ici de l'aide qu'il m'a prêtée.

cette opinion ne peut résister à l'examen attentif des faits qui établit qu'il existe des stries transversales tout à fait indépendantes des stries fibrillaires, néanmoins l'analogie entre les stries des fibrilles et les stries des faisceaux a pour elle ce fait incontestable que, dans le cas où les stries des faisceaux, les véritables stries transversales, sont effacées, le faisceau n'en conserve pas moins une striation très-régulière due dans ce cas seulement à la juxtaposition des particules claires et obscures des fibrilles. Il était donc naturel de penser que si des ondulations, des saillies et des dépressions sont la cause des stries des faisceaux, la même disposition doit se retrouver aussi dans les fibrilles. L'aspect moniliforme que beaucoup d'observateurs ont constaté dans les fibrilles des muscles striés des vertébrés coïncidant avec des alternatives de saillies et de dépression, suffisait déjà à donner de grandes probabilités à l'idée que les particules claires et obscures des fibrilles ne sont que des apparences dues à la disposition des ombres et des lumières. Il est très-facile de se convaincre en effet qu'un simple changement de position du foyer de l'objectif fait paraître claires les particules tout à l'heure obscures et inversement. L'examen des fibrilles des muscles thoraciques des coléoptères fournit, à cet égard, les renseignements les plus précieux. On s'assure d'abord qu'au milieu des types si variés que présente une même préparation, faite surtout sur des muscles encore vivants et contractiles, on retrouve les différentes formes sous lesquelles peuvent se présenter les fibrilles isolées des faisceaux primitifs d'un vertébré (*mammifère*, *oiseau*, *reptile* ou *poisson*), et l'on peut ainsi conclure à l'entière identité de structure de la fibrille des muscles striés dans les différentes conditions où elle peut se présenter. Mais les fibrilles des muscles thoraciques des insectes ont l'avantage de nous présenter des fibrilles dont le diamètre est le double ou le triple de celui des fibrilles chez les vertébrés, et de plus de permettre d'agir isolément sur ces fibrilles encore vivantes, pour en modifier l'aspect et en développer la structure; tandis qu'il n'est possible d'isoler les fibrilles des faisceaux striés qu'au moment de l'apparition de la rigidité cadavérique, après la cessation de la contractilité, lorsque ces fibrilles ont acquis une rigidité définitive qui ne permet plus d'apporter aucun changement à l'arrangement de leurs par-

ties. Si l'on observe une préparation de fibrilles des muscles de l'aile d'un coléoptère (*Cerambyx heros, Elater, Ateuchus*) faite dans les conditions indiquées ci-dessus, on constate d'abord que le plus grand nombre des fibrilles présentent un type uniforme, à stries transversales obscures, séparées à intervalles réguliers par des stries claires, d'épaisseur sensiblement égale à celle des stries obscures ; c'est l'aspect que les fibrilles présentent pendant la vie, soit à l'état de repos, soit à l'état de contraction régulière, sans autre différence qu'un rapprochement des stries dans le second cas ; cet aspect se retrouve encore dans les fibres observées assez longtemps après la mort ou ramollies après la dessiccation naturelle. C'est le type régulier, normal des fibrilles.

Au premier abord, on est frappé de l'analogie très-marquée, surtout dans les larges fibrilles des grands coléoptères (*Ateuchus, Cerambyx*) avec les stries transversales des faisceaux. Un examen à l'aide de forts grossissements (objectifs 6 et 7 à immersion de Nachet) permet déjà de saisir sur le bord de certaines fibrilles des séries de dentelures ou de retraits et de saillies, correspondant exactement aux stries claires et obscures, comme cela a lieu pour les stries des faisceaux. On a donc certainement affaire ici à des ondulations, à des plissements des fibrilles. Mais de quelle nature sont ces plissements? Est-ce une fibre plate, rubannée, plissée suivant ses faces? Est-ce une fibre enroulée sur elle-même en spirale à tours rapprochés? C'est ici que l'observation des formes si variées, irrégulières et accidentelles en quelque sorte, que présentent en très-grand nombre les fibrilles de la préparation qui s'écartent du type, va nous éclairer.

Ces fibrilles ont perdu en effet les apparences caractéristiques du type normal sous l'influence des tractions violentes qu'elles ont subies : les unes sont restées fortement distendues ; d'autres, après avoir été distendues, ont pu revenir sur elles-mêmes ; d'autres, enfin, se sont brisées sous l'effort, après avoir subi cependant une distension qui a altéré les rapports normaux des différentes parties. C'est surtout parmi ce dernier ordre de fibrilles que l'on rencontre des formes qui mettent tout à fait en lumière la véritable structure des éléments contractiles. Aux stries transversales étroites des fibrilles normales se rattachent par des transitions graduelles des renfle-

ments en forme de losanges tronqués ou de barrillets séparés les uns des autres par des stries étroites et obscures ; ces stries, d'abord transversales, prennent dans la partie de la fibrille qui a été plus fortement distendue, une direction de plus en plus oblique, et arrivent enfin à figurer une véritable colonne torse dont les stries étroites et obscures constituent le pas de vis, tandis que la partie moyenne des barillets représente les saillies du tors (V. pl. VII, fig. 12, 13 et 14). D'autres fibrilles se présentent sous l'aspect d'une véritable vis de pressoir à gorge profonde et à vive arête. Il est impossible de douter à l'examen de certaines de ces fibrilles qu'elles ne soient essentiellement constituées par un ruban contourné en hélice sur lui-même au bord duquel correspondent les stries transversales obscures, tandis que les stries claires ne sont autre chose que les intervalles des tours de spire. Toutes les formes anormales ou accidentelles se rattachent de la manière la plus simple et la plus nette à ce type primitif dont elles ne sont que des déviations accidentelles, l'hélice s'étant allongée, ses tours ayant subi un écartement plus ou moins marqué et régulier par suite de distensions mécaniques. Ici encore les images photographiques constituent un précieux moyen d'étude et de démonstration. Le fait seul de l'amplification considérable que les images peuvent subir à l'aide de ce procédé met en évidence les dentelures des bords des fibrilles difficiles quelquefois à apprécier à l'aide de l'examen microscopique seul. Les ombres et les lumières vigoureusement accusées produisent des effets de relief incontestables qui permettent de saisir nettement l'enroulement de l'hélice. Enfin l'examen direct des épreuves négatives permet de déterminer les parties épaisses et saillantes et de les distinguer des simples vides d'une manière beaucoup plus certaine qu'on ne pourrait le faire par l'analyse de la distribution normale des ombres et des lumières. Aucune description ne saurait ici, du reste, remplacer l'impression que fera naître l'examen de la reproduction photographique des fibrilles des muscles de l'aile des insectes. Après avoir examiné celles où l'enroulement de l'hélice se développe avec la plus grande netteté, après avoir suivi la transformation graduelle dans une même fibrille des tours de la spire en stries transversales régulières, on pourra peut-être conserver quelque doute sur le mode particulier de la for-

mation de l'hélice, sur la direction des bords et des faces de la fibre enroulée, mais il ne restera aucune incertitude sur ce fait fondamental, essentiel, c'est que la fibrille contractile des muscles striés doit son aspect caractéristique à ce que partout et toujours elle résulte de l'enroulement spiroïde d'une fibre ou d'un filament légèrement aplati. La fibrille striée est une hélice élastique dont les tours de spire, s'écartant ou se rapprochant pendant la vie, déterminent l'état de contraction ou de repos de la masse musculaire. Des tractions mécaniques peuvent déterminer dans les fibrilles vivantes un allongement, un déroulement partiel de l'hélice, auxquels sont dues les formes variées que présentent les fibrilles. Après la mort et l'établissement de la rigidité cadavérique, les fibrilles, devenues très-fragiles et inextensibles, se brisent ou conservent sans altération le rapprochement des tours de spire qui existaient au moment où la rigidité cadavérique les a saisies (1).

Les fibrilles de tous les muscles striés en travers sont exactement conformées d'après le type que nous venons de décrire, et qui est à son plus haut degré d'évidence et de développement dans les muscles des ailes des coléoptères.

Les fibrilles des muscles lisses, au lieu de présenter cette hélice régulière qui caractérise les fibrilles striées, sont simplement onduleuses, frisées, sans que leurs ondulations se correspondent exactement dans toute l'épaisseur d'un faisceau, c'est-à-dire d'une fibre lisse. Les fibrilles striées sont des appareils élastiques semblables aux ressorts en spirale, les fibrilles des fibres lisses sont élastiques, comme les fibrilles de laine ou de crin tordu.

(1) L'idée que les fibrilles des muscles striés transversalement avaient quelque rapport avec l'hélice ou la spirale a été émise depuis assez longtemps déjà. Martin Barry, par exemple, a émis l'opinion que chaque fibrille musculaire est formée de deux fils parallèles, contournés en spirale, et d'une substance hyaline circonscrite par ces fils ou les renfermant. Tous les observateurs peuvent dire, avec Kölliker, que personne autre que Barry n'a rien vu de semblable, et que sa théorie et ses dessins paraissent avoir été enfantés par l'imagination plutôt que résulter de l'observation. Arnold et Reichert parlent aussi de fibres en tire-bouchon, mais récemment encore (*Archiv für Anat. und Phys.* 1863, p. 144), Reichert lui-même n'émettait cette opinion qu'avec un signe de doute et plutôt comme une hypothèse probable que comme un fait démontré. Or, les descriptions que j'ai données et les dessins et les photographies qui accompagnent ce mémoire, fournissent, d'une manière péremptoire, la démonstration d'un fait entrevu, soupçonné, moins non établi scientifiquement jusqu'à ce jour.

Les phénomènes de la contraction musculaire consistent uniquement dans le rapprochement ou l'écartement des tours de spire des fibrilles striées, des ondulations des faisceaux striés transversalement ou des ondulations des fibrilles des muscles lisses. On peut, en mettant en jeu l'élasticité seule après la mort, reproduire dans les éléments contractiles tous les aspects que la contraction y détermine pendant la vie.

Les figures 9 et 10, pl. VII, correspondent parfaitement aux sections B et A (fig. 8, Pl. VII) d'une fibre musculaire, dont deux parties contiguës sont l'une à l'état de contraction, l'autre à l'état de relâchement; ces figures représentent deux fragments d'un même faisceau musculaire, l'un abandonné librement à sa rétraction, l'autre maintenu par une distension mécanique dans un état d'allongement forcé. Il y a identité d'aspect entre une fibre musculaire qui se contracte ou se relâche, et une fibre musculaire rétractée ou distendue. Les fragments isolés de fibres musculaires vivantes, dont on peut facilement, chez les articulés surtout, observer les phénomènes de contraction, à la suite d'excitations directes, de distension ou de dilacération, reproduisent exactement les apparences de rubans de caoutchouc, qui se rétractent après avoir été distendus. Le style contractile des vorticelles à l'état de repos a la forme non pas d'une tige droite, comme on le représente généralement, mais d'une tige tordue en spirale très-allongée; au moment de la contraction, les tours de cette spirale se rapprochent exactement de la même façon que dans un ressort en hélice qui revient sur lui-même, en vertu de son élasticité.

L'élasticité n'est pas plus que les autres modes d'activité de la matière une force fixe et immuable; elle peut varier sous l'influence, et par transformation d'autres modes d'activité de la matière, d'autres forces. Une très-remarquable expérience de Joule (1) met en évidence l'accroissement d'élasticité par la

(1) Il était connu que lorsqu'on étire une bande de caoutchouc il se produit de la chaleur. Le professeur William Thomson fut conduit par ce fait à l'idée que le caoutchouc devait diminuer de volume en s'échauffant. Joule fit l'expérience suivante, qui démontra la justesse de l'*à priori* de Thomson. Voici comment Tyndall rapporte cette expérience qu'il a répétée (voyez l'ouvrage de Tyndall : *La chaleur considérée comme un mode de mouvement*. Traduction de l'abbé Moigno. Paris, 1864, p. 86). Par un poids de 5 kilogrammes on étire, à trois fois sa longueur primitive, un tube de caoutchouc ordinaire, vulcanisé. Le poids est joint au long

chaleur dans une corde de caoutchouc, et la production d'un mouvement actif par le fait seul de cet accroissement d'élasticité. Que l'élasticité des fibres musculaires, qui sont, au point de vue de leur structure et des phénomènes visibles de leur contraction, des organes essentiellement élastiques, puisse varier sous l'influence de l'action nerveuse, de l'électricité, de la chaleur, du choc, etc..., il y aura, de même que dans l'expérience de Joule, production de mouvement par la mise en jeu de la seule élasticité, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'hypothèse d'une force spéciale de *contractilité* propre aux tissus musculaires des *animaux* (1).

Conclusion. — Tous les tissus musculaires sont essentiellement constitués par des fibrilles réunies en groupes, de forme et de disposition variables, sous des enveloppes communes de substance conjonctive; un système de noyaux et de lacunes préside, à l'intérieur de ces enveloppes, à la nutrition des éléments contractiles, en dehors de la sphère d'action des vaisseaux qui s'arrêtent à la limite des membranes de tissu conjonctif désignées sous le nom de sarcolemme.

Les agents essentiels de la contractilité sont des fibrilles, dont la disposition est en rapport intime avec les conditions de la plus grande élasticité possible. La contractilité et l'élasticité sont probablement identiques; et ce qu'on désigne sous le nom de contractilité ne paraît pas être autre chose qu'une élasticité variable sous l'influence de l'action nerveuse.

bras d'un levier, très-léger, servant d'index, et mobile sur un cadran. Le tube en caoutchouc est à l'intérieur d'une cheminée en tôle, par laquelle on fait monter un courant d'air chaud en plaçant au-dessous d'elle, sur le poids distenseur, une lampe allumée. Dans l'espace d'une minute le caoutchouc se contracte assez pour que l'index décrive un arc de plus d'un mètre sur le cadran. La lampe étant retirée, le caoutchouc revient à sa température première et s'allonge, ainsi que le montre l'index qui atteint et même dépasse sa position première.

(1) Tous les physiologistes connaissent les belles observations de E. Weber sur les changements qui se manifestent dans l'élasticité musculaire pendant l'exercice de l'activité spéciale des muscles. Quelqu'importance que E. Weber accorde à cette *variation d'élasticité*, il ne la considère cependant que comme étant, concurremment avec le *changement de forme, un des eléments de l'activité musculaire;* tandis que j'essaye d'établir que la contraction résulte uniquement de la variation d'élasticité, ce changement de forme n'étant lui-même que la conséquence immédiate de cette variation d'élasticité. — (Voy. E. Weber, in Wagner's *Handworterbuch der physiol.* Vol. 3. p. 117 et 121.)

EXPLICATION DES FIGURES DES PLANCHES VI, VII ET VIII.

(Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire ou photographiées, d'après nature.)

PLANCHE VI.

Fig. 1. Fragment de coupe transversale d'un faisceau primitif des muscles de la ligne latérale de la *Perche*. — Coupe de cylindre primitif. — Fibrilles. — Coupe transversale des lamelles des cloisons. — Cavités étoilées, sections transversales des canalicules interstitiels. — Sarcolemme. — Noyaux musculaires accolés à la face interne du sarcolemme.

Fig. 2. Fragment de coupe transversale d'un faisceau primitif des muscles du tronc de la *Perche*. — Plaques formées de fibrilles en séries rayonnantes, variété de forme des cylindres primitifs qui se retrouvent avec leur mode de groupement habituel dans la partie centrale du faisceau. — Noyaux musculaires dans les interstices des cylindres primitifs. — Sarcolemme. — Noyaux musculaires périphériques. — Vaisseau capillaire.

Fig. 3. Fragment de faisceau primitif de pigeon : — *a*, coupe des cylindres primitifs et de fibrilles. — *f*, section des cloisons de séparation et des canalicules interstitiels. — *b*, sarcolemme.

Fig. 4. Section longitudinale du même faisceau. — *f*, cloisons et lacunes interstitielles, renfermant des séries de granulations graisseuses.

Fig. 5. Fragment de faisceau secondaire du cœur du veau, *b*, lame de perimysium enveloppant un groupe de faisceaux primitifs; *af*, cloisons formées par les sarcolemmes; *c*, noyaux situés tantôt au centre des faisceaux primitifs, tantôt à la périphérie.

Fig. 6. Section transversale d'un faisceau primitif du groupe précédent, fortement grossie, pour montrer le mode de groupement des fibrilles et les cloisons interfibrillaires *g*.

Fig. 7. Section longitudinale de faisceaux primitifs du cœur. — Striation longitudinale due aux cloisons interfibrillaires. — Noyaux dans la partie centrale du faisceau et à la périphérie *f*.

Fig. 8. Fragment de coupe transversale d'un faisceau secondaire de muscle lisse (gésier de poulet); *a*, sections de fibres lisses et des fibrilles qui les composent; *b*, lames de perimysium formant la gaîne fibreuse du faisceau secondaire; *c*, coupe des noyaux des fibres lisses; *g*, vaisseaux capillaires.

Fig. 9. Groupe de fibres lisses coupées transversalement et fortement grossies, pour montrer la mosaïque formée par les surfaces de section des fibrilles (grossis. 700 diam.).

Fig. 10. Fibres lisses à l'état frais, stries onduleuses des fibrilles (tunique musculaire de l'estomac du bœuf; grossiss. 700 diam.).

Fig. 11. Groupe de fibres lisses, traitées par l'acide nitrique (1 p. 100). — Noyaux et stries fibrillaires (corps caverneux de l'homme).

Fig. 12. Fragment de tunique musculaire de l'estomac de grenouille, traité pendant quatre jours par l'acide chlorhydrique (1 p. 1000); *b*, tissu conjonctif à l'état gélatineux; *c*, noyaux musculaires; *d*, stries obscures dues à des débris de fibrilles, et à des séries de granulations graisseuses dans la cavité des gaînes sarcolemmatiques.

PLANCHE VII.

Fig. 1. Coupe transversale de deux faisceaux primitifs des muscles de la cuisse de grenouille (*Rana Esc.*). — *s*, sarcolemme; *s'*, cloisons émanées du sarcolemme et divisant la masse du faisceau en segments de dimension semblable à celle des faisceaux primitifs des vertébrés supérieurs; — *n*, noyaux musculaires; — *c*, cloisons de séparation des cylindres primitifs; — *g*, coupe des canalicules plasma-

tiques aux angles d'intersection des cloisons des cylindres; — *f*, coupe des fibrilles. — *v*, vaisseaux capillaires.

Fig. 2. Coupe d'un groupe de faisceaux ternaires du muscle grand palmaire de l'homme (faible grossissement): *nf*, coupe d'un rameau nerveux; *v*, veine et artère; *pm*, lame de perimysium de la gaîne d'un faisceau quaternaire; *pm'*, lame de perimysium formant la gaîne des faisceaux ternaires; *pm''*, gaînes des faisceaux secondaires; *v'*, veinule et artériole. — La coupe des faisceaux primitifs n'est représentée que dans les faisceaux secondaires de la partie supérieure de cette figure. — La comparaison des fig. 1 et 2 montre que le même type de segmentation se reproduit dans toute la masse musculaire, à partir des divisions visibles à l'œil nu jusqu'aux parties élémentaires les plus délicates, des faisceaux quaternaires jusqu'aux fibrilles.

Fig. 3. Fragment d'un faisceau des muscles de l'aile de *Musca carnaria*; *f*, fibrille élémentaire; *c*, plasma interfibrillaire; *n*, noyaux musculaires. — *p*, globules résultant de la dissolution du plasma interfibrillaire.

Fig. 4. Les mêmes globules fortement grossis. — La partie solide du plasma forme une espèce de membrane d'enveloppe des globules.

Fig. 5. Coupe transversale d'une portion de faisceau des mêmes muscles; *f*, section transversale de fibrille; *c*, section des cloisons interfibrillaires; *n*, noyaux musculaires.

Fig. 6. Portion de faisceau primitif d'*Astacus fluviatilis*, où se trouvent représentés successivement de haut en bas les différents aspects sous lesquels se présentent les stries transversales, à mesure que le foyer de l'objectif se rapproche de la surface. — De *a* en *d*, l'apparence de disques séparés par une substance intermédiaire fait graduellement place à une série de reliefs et de dépressions, à des ondulations continues des fibrilles. — Les stries transversales de celles-ci, beaucoup plus fines, apparaissent seulement par places. — Les stries longitudinales dues aux interstices fibrillaires, interrompues dans les intervalles des prétendus disques, reprennent comme les fibrilles elles-mêmes leur continuité quand les couches superficielles du faisceau se trouvent exactement au foyer de l'objectif; *s*, sarcolemme; *n*, noyaux musculaires; *p*, plasma granuleux interposé au sarcolemme et aux fibrilles striées (grossiss. 600 diam.).

Fig. 7. Fragment de faisceau musculaire de l'aile d'un sphinx; *a*, stries transversales du faisceau; *b*, stries transversales des fibrilles.

Fig. 8. Faisceau primitif de larve de *Chironomus*, de *a* en *b*, stries transversales régulières; en *b* et *c*, les stries ont été partiellement détruites par la pression qui, allongeant et distendant les fibrilles, a effacé les ondulations de cette partie du faisceau.

Fig. 9. Faisceau de la même préparation que le précédent, en état de contraction vermiculaire (idio-musculaire). — La section *a* est à l'état de repos et de distension passive. — La section *b* est à l'état de contraction. — Dans la section *c*, qui a été fortement comprimée et violemment distendue, les ondulations, en grande partie effacées, ne produisent plus que quelques stries transversales irrégulières et incomplètes.

Fig. 10. A et B, fibrilles des muscles de l'aile du *Cerambyx heros*, présentant le type de striation normal, sous deux aspects différents : les fibrilles de A et de B, entièrement semblables, sont vues à une distance focale différente.

Fig. 11. Fibrille de la même préparation que les précédentes, distendue fortement pendant qu'elle était encore contractile. — Les anneaux héliçoïdes (stries transversales), fortement écartés les uns des autres, présentent l'apparence d'une vis (photographiée d'après nature; grossiss. 700 diam.).

Fig. 12. Fibrille des muscles de l'aile d'un *Ateuchus* dans les mêmes conditions que la précédente, dessinée à la chambre claire, à un grossiss. de 700 diam. — A la partie inférieure, les stries fibrillaires présentent la régularité du type normal; mais à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité, rompue par de fortes tractions, les tours de spire enroulés d'abord dans une direction perpendiculaire

à l'axe, deviennent de plus en plus obliques et s'écartent les uns des autres, de manière à développer la torsion en spirale dans toute sa netteté.

FIG. 13 et 14. Fragments de faisceaux primitifs d'un muscle du larynx du coq; 13, à l'état de distension forcée, 14, à l'état de rétraction libre.

PLANCHE VIII.

FIG. 1. Fragment de fibre fusiforme de l'intestin du chat, isolée par la macération dans l'acide chloro-nitrique (5 p. 100); *n*, noyau; *a*, *b*, extrémités libres des fibrilles rompues au niveau du bord coupé en biseau (photographié d'après nature, à un grossiss. de 800 diam. environ).

FIG. 1 *bis*. Fibre fusiforme de *Nephelis octo-oculata*, isolée par la macération dans l'acide chloro-nitrique.

FIG. 2. Fragment de fibre fusiforme du muscle rétracteur du pharynx d'*Helix hortensis*, isolée par l'acide chloro-nitrique. — On distingue les fibrilles encore légèrement onduleuses, et des vestiges de la lacune plasmatique centrale au voisinage du noyau. (Photographiée d'après nature. — Gross. 600 diamètres.)

FIG. 3. Engrènement et soudure des extrémités en biseau de deux fibres fusiformes d'*Hirudo medicinalis*. — En plusieurs points, la substance contractile semble se continuer sans interruption d'une fibre à l'autre.

FIG. 4. Corde musculaire formée de fibres fusiformes, soudées bout à bout (intestin du chat; grossiss. 500 diam.).

FIG. 5. Fragment de fibre fusiforme d'*Helix pomatia*. — Il présente des stries transversales dues aux ondulations produites par la contraction ultime de la rigidité cadavérique (photographié d'après nature, à un grossiss. de 450 diam. environ).

FIG. 6. Fibres fusiformes d'hirudinée dans leurs gaînes conjonctives ou sarcolemmes *b*. — Les cavités lacunaires *c*, de chacune des fibres, ne communiquent pas ensemble, mais le sarcolemme passe sans interruption de l'une à l'autre au niveau des points de soudure; *a*, fragments d'une fibre fusiforme brisée, écartés les uns des autres dans l'intérieur de leur gaîne conjonctive *b*, revenue sur elle-même et plissée dans l'intervalle des fragments; *n*, noyau au centre de la cavité plasmatique.

FIG. 7. Coupe transversale d'un gros faisceau de fibres lisses, traitée par l'ammoniaque caustique; *a*, coupe de la lame fibreuse, formant la cloison de séparation de deux gros faisceaux; *b*, division secondaire; *c*, division ternaire, émanée de cette cloison et s'épuisant en divisions successives, qui forment les sarcolemmes des fibres lisses *d*, *d*; *v*, vaisseau dont la gaîne conjonctive se continue également avec le système des sarcolemmes. (Gross. 300 diamètres.)

FIG. 8. Fragment de fibre fusiforme d'un *Helix hortensis*, à l'état frais : substance contractile d'apparence homogène, mais laissant déjà entrevoir par places les fibrilles qui la constituent; *n*, noyau; *a*, cavité plasmatique centrale.

PRODUCTION D'ATAXIE MUSCULAIRE

PAR

L'IRRITATION SUPERFICIELLE D'UNE PETITE PORTION

DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

CHEZ LES OISEAUX

PAR LE DOCTEUR

BROWN-SÉQUARD

J'avais trouvé, il y a déjà plus de seize ans, que l'extirpation d'une partie de la substance grise du ventricule lombaire de la moelle épinière, chez les oiseaux, produit de grands désordres dans les mouvements volontaires. Quelques années plus tard, je me suis assuré que, sans enlever aucune portion de cette substance grise, de semblables désordres se produisent, aussitôt après l'exposition à l'air de la surface du ventricule lombaire, chez ces animaux. Je considérais alors ces phénomènes comme dépendant d'une influence particulière de l'air sur la substance grise. (Voyez mon livre : *Experim. Researches applied to Physiol. and Pathol.* New-York, 1853. p. 79.)

En faisant de nouvelles expériences j'ai trouvé récemment que, sans soumettre la moelle au contact de l'air, on peut produire, bien qu'à un moindre degré, la même espèce d'ataxie musculaire que l'on observe après la mise à nu d'une petite portion de la masse grise superficielle du renflement lombaire de la moelle, chez les oiseaux. Pour cela il suffit d'enfoncer la pointe d'une aiguille ou d'une épingle très-fine à la profondeur d'environ un demi-millimètre (sur un jeune pigeon, plus profondément sur de plus gros oiseaux) dans l'intérieur du rachis, à travers l'os, à l'endroit du renflement lombaire, près de la ligne médiane. On coupe ensuite cette épingle ou cette aiguille au ras de l'os, en y laissant la pointe qu'on y a enfoncée, et l'on

constate alors, dès qu'on lâche l'animal, que sa marche est désordonnée, mais, je le répète, moins qu'elle ne l'est après la mise à nu d'une bonne partie de la substance grise du ventricule lombaire. Après cette dernière opération, chez des pigeons, des poulets, des canards, des oies et des dindes, on observe dans la marche un manque d'équilibre, se manifestant surtout par des chutes presque à chaque pas, tantôt en avant, tantôt en arrière. L'équilibre latéral paraît bien moins troublé, mais l'animal tomberait quelquefois sur l'un des côtés s'il ne s'arc-boutait sur son aile. Parfois la chute en avant (ou plutôt la précipitation, car ce mouvement est plutôt actif que passif), s'opère avec une telle force qu'une culbute presque complète a lieu. En général, cependant, l'animal se garantit de cet accident en se servant de son bec et de son cou comme d'un support. La chute en arrière, plus fréquente que celle en avant, ne va jamais jusqu'au renversement du corps sur le dos, grâce à la queue qui fait obstacle à ce renversement. La faculté de se tourner subitement vers un côté ou l'autre semble perdue; du moins quand l'animal est poursuivi il essaye en vain de faire ce mouvement, et tombe en général, en partie sur le côté, en partie sur sa queue, et quelquefois en avant. Les mouvements volontaires ne semblent guère affaiblis, mais leur direction et leur coordination sont tellement altérées, que ce n'est souvent qu'avec la plus grande difficulté que l'animal peut se dégager d'un coin où il est tombé en avant, sur son bec. Le saut, comme dans l'acte de monter un escalier, s'opère assez bien, mais il faut dire qu'il s'opère surtout à l'aide des ailes, dont les mouvements ne semblent pas altérés. Il est rare que l'animal se tienne sur ses extrémités digitales, et, lorsqu'il le fait, ce n'est que pendant de courts instants. Dans l'état de repos il est presque toujours sur le tarse et le métatarse, et il s'appuie alors assez souvent en même temps sur sa queue.

Graduellement cette ataxie locomotrice spéciale, — qui ressemble beaucoup à celle qui suit l'ablation d'une partie du cervelet et un peu aussi à la titubation qu'on observe après la section des muscles du cou, chez les mammifères, — devient de moins en moins prononcée, et après quelques semaines, l'animal semble revenu à l'état normal, quand aucune cause d'émotion n'agit sur lui.

La piqûre superficielle dont j'ai parlé ne produit que de

légers troubles dans la locomotion, mais ces troubles ont les mêmes caractères que ceux qui viennent d'être décrits et n'en diffèrent que par leur moindre intensité. Quand la cause de cette ataxie spéciale consiste dans l'extirpation de parties de l'os recouvrant la substance grise du ventricule spinal, on trouve que plus on met à nu une grande étendue de cette substance, plus les désordres du mouvement sont considérables et durables. La mise à nu de la moelle épinière dans toutes les parties où la substance grise est recouverte par la substance blanche, chez les oiseaux comme chez les mammifères, n'est pas suivie du plus léger trouble dans les mouvements volontaires des membres.

Je ne discuterai pas ici les questions intéressantes qui concernent le mode de production de cette ataxie locomotrice et les relations qu'elle peut avoir avec la maladie de ce nom qui a été récemment l'objet de tant de publications. J'examinerai ces questions dans un autre travail et je me bornerai à faire remarquer ici que mes expériences ne laissent aucun doute sur ce point important, à savoir que, sans l'ablation ou la destruction d'une portion notable quelconque des centres nerveux, une irritation d'une partie extrêmement petite, soit des méninges spinales, soit de la substance grise de la moelle, soit, à la fois, de ces méninges et de cette substance, chez les oiseaux, peut, comme une irritation excessivement faible du nerf auditif, des pédoncules cérébelleux moyens, des corps restiformes, etc., produire des désordres plus ou moins intenses et plus ou moins durables dans les mouvements volontaires des membres.

II

MÉLANGES

1. *De la rétine du caméléon; nouvelle contribution à l'anatomie microscopique de la rétine chez les amphibies et les reptiles;* par M. J.-W. Hulke (1). (Traduit des *Proceedings of the Royal Society,* 1865. Vol. XIV, n° 77, p. 378.)

La rétine du caméléon offre les deux particularités suivantes : elle a, d'une part, une *fovea centralis* et un pli transversal radié ; et, de l'autre, les fibres nerveuses conductrices croisent les fibres de tissu conjonctif, au lieu de leur être parallèles. La *fovea centralis* fut découverte par Knox, en 1823, puis minutieusement décrite par H. Müller, qui découvrit aussi, en 1862, l'arrangement singulier des deux ordres de fibres. La *fovea* est circulaire et située au pôle postérieur du globe oculaire ; une tache d'un brun foncé, entourée d'une auréole plus claire, marque son centre. Dans ce point, on ne trouve que la couche bacillaire, composée de cônes seulement. Les cônes de la *fovea* sont des cylindres longs et minces, placés verticalement sur la choroïde. Ils deviennent de plus en plus courts et épais du centre de la *fovea* jusqu'à son pourtour, et sont plus nombreux vers la périphérie de la rétine, où ils ont la forme de bouteilles. Les autres couches atteignent le maximum de leur épaisseur autour de la *fovea*, à des distances successivement plus grandes de son centre. Des fibres très-ténues partent de l'extrémité interne des cônes, cheminent obliquement de la face externe à la face interne de la rétine, en rayonnant du centre de la *fovea* vers la périphérie de la rétine. Ces fibres unissent les cônes aux cellules de la couche des granules externes ; elles forment ensuite, à la face interne de cette couche, un réseau serré, que j'appelle plexus des fibres des cônes ; de là, elles traversent la couche des granules internes, dans laquelle elles entrent en connexion avec des cellules rondes et ovalaires. Par l'intermédiaire des cellules de cette couche, qui ressemblent à des cellules ganglionnaires, elles arrivent dans la couche granuleuse, où elles se réunissent aux expansions externes des cellules de la couche ganglionnaire. *Elles constituent ainsi un lien anatomique entre les cônes et les fibres du nerf optique.*

(1) Ce nouveau travail de M. Hulke est un complément très-important de son beau mémoire sur la structure de la rétine, publié dans ce numéro (p. 521-48 et pl. V). *A priori*, il était certain, surtout depuis la publication de la théorie à la fois si ingénieuse et si simple de Rouget sur le rôle de la choroïde dans la vision (voyez ce journal, vol. IV, 1861, p. 462), que les cônes et les bâtonnets sont les extrémités terminales des fibres du nerf optique ; mais, bien qu'il soit impossible de comprendre la vision autrement qu'en admettant la continuation de ces fibres avec ces cônes et bâtonnets, il était important de constater l'existence réelle de cette continuation : c'est ce que M. Hulke a fait, ainsi que le montre la note dont je donne ci-dessus la traduction. — B.-S.].

Ces fibres nerveuses obliques sont croisées par des fibres verticales de tissu conjonctif modifié, dirigées comme les rayons du centre du globe oculaire. Autour de la *fovea*, les fibres de tissu conjonctif traversent le plexus de fibres des cônes et la couche des granules externes, sous forme de gros piliers verticaux, correspondants à ceux que j'ai désignés chez la tortue sous le nom de fibres radiées externes. Au contraire, à la périphérie amincie de la rétine, les fibres verticales de tissu conjonctif sont plus délicates, et traversent toutes les couches comprises entre les membranes limitantes interne et externe. Le pli transversal radié se trouve à une ligne environ du centre de la *fovea*. Sa structure intime ressemble à celle du pli du gecko. Chez le caméléon, il y a les mêmes rapports entre la *fovea* et la distribution des fibres du nerf optique que chez l'homme entre cette distribution et la tache jaune.

2. ***Description du passage de quelques nerfs à travers la ligne médiane;*** par le professeur Jeffries Wyman (Analyse d'un mémoire publié dans ***The American Journal of the Medical Sciences.*** April 1864, p. 343).

Bichat est le premier anatomiste qui ait parlé d'une communication entre les nerfs périphériques des moitiés droite et gauche du corps. Plus tard, Meckel et Béclard admirent l'existence de cette communication, et Cruveilhier en donna même des exemples. Vogt décrivit et représenta l'anatomie des deux nerfs hypoglosses dans la langue de l'alligator. Hyrtl décrit avec soin cette anastomose dans la portion charnue des muscles génihyoïdiens. Enfin Hirschfeld et Léveillé donnèrent une description et des figures représentant l'anastomose des nerfs linguaux à l'extrémité de la langue, et celle des phréniques à la face antérieure du péricarde.

Wyman, d'après ses propres recherches, conclut que plusieurs nerfs, à leur périphérie, forment, avec ceux du côté opposé, des entre-croisements qu'il est facile de suivre par la dissection, sans l'aide du microscope, ou tout au plus à l'aide d'un faible grossissement. Les nerfs qui fournissent ainsi des filets anastomotiques sont la cinquième paire, l'hypoglosse, les laryngés, les branches rétro-trachéales du nerf vague, le phrénique et le grand sympathique. S. Weir Mitchell et Morehouse ont démontré que chez la tortue les laryngés supérieurs forment un chiasma symétrique, à la composition duquel ces deux nerfs concourent en égale portion. Wyman, de son côté, a rencontré la même disposition chez l'iguane, le python et l'alligator, parmi les reptiles, et chez le canard et l'oie, parmi les oiseaux. Il est donc assez probable que cette disposition est assez générale dans les deux classes d'animaux dont nous venons de parler. Néanmoins Wyman n'a pas constaté l'existence de ces anastomoses chez l'autruche; il les a également cherchées en vain chez plusieurs mammifères. Cependant il a pu s'assurer que les nerfs hypoglosses forment, chez l'autruche, un plexus non moins remarquable que le plexus des laryngés chez les reptiles et les oiseaux.

Il importait encore de savoir si les filets terminaux des nerfs ne forment pas, en d'autres points de la ligne médiane, soit en avant, soit en arrière, des anastomoses trop ténues pour qu'on pût les découvrir sans le secours

du microscope. A cet effet, Wyman examina la peau de l'abdomen et la muqueuse de la voûte palatine, chez la grenouille et la raie. Il reconnut alors que les branches nerveuses, de petit diamètre, à mesure qu'elles s'approchent de la ligne médiane, échangent des filets avec celles du côté opposé, formant un plexus serré, analogue au réseau des capillaires.

Relativement aux questions physiologiques que soulève la connaissance de cette disposition anatomique, il est démontré, suivant Wyman, par les expériences de Mitchell et Morehouse, que certains filets moteurs d'un côté du corps traversent réellement la ligne médiane et vont se distribuer à des muscles du côté opposé; mais l'influence de ces filets nerveux serait fort restreinte. Wyman dit qu'il ne connaît aucune expérience capable de nous apprendre si une impression ressentie sur un point quelconque des téguments peut arriver à la moelle, en traversant la ligne médiane; de plus, ajoute-t-il, la pathologie tendrait plutôt à établir le contraire. Mais nous croyons que si les pathologistes faisaient, sur ce point, des recherches attentives, ils trouveraient que l'entre-croisement existe, ainsi que le montrent déjà deux faits rapportés ci-dessus par Brown-Séquard (p. 620).

3. *Lectures on Epilepsy, Pain, Paralysis, and certain other disorders of the nervous system;* by C. Bland Radcliffe. London 1864.

Bien que l'auteur de cet ouvrage ne m'ait pas convaincu de l'exactitude des théories qu'il soutient, je signale son œuvre comme l'une des plus intéressantes publications physiologiques et médicales de nos jours. Voici quelques-unes des plus importantes conclusions de l'auteur à l'égard du mode d'action des muscles et des nerfs : 1° Que l'électricité existant dans un nerf ou un muscle vivant pendant le repos est à l'état statique et non à l'état de courant; 2° que le muscle vivant est maintenu dans un état de relâchement par l'état statique de son électricité naturelle; 3° qu'une décharge électrique analogue à celle de la torpille se produit près d'un muscle ou d'un nerf pendant leur action; 4° qu'un nerf ou un muscle est privé de son électricité naturelle quand il est mis eu action par le *choc* de certaines machines galvaniques ou par quelque autre moyen artificiel; 5° que l'action d'un nerf moteur lorsqu'il produit la contraction musculaire est de celles qui peuvent faire perdre au muscle son électricité naturelle; 6° que le muscle privé de son électricité naturelle acquiert l'état de contraction, parce qu'il est alors livré à la force d'attraction qui appartient à la constitution physique des molécules musculaires; 7° que la contraction musculaire ne persiste pas parce que la condition électrique du muscle vivant est telle, qu'aussitôt après la production de la contraction par la perte de l'électricité, l'état opposé, état de relâchement, survient comme effet du retour de l'électricité; 8° que la contraction lors de la rigidité cadavérique est continue parce que la force d'attraction qui appartient aux molécules musculaires n'est plus combattue par l'électricité naturelle qui a disparu des muscles; 9° que la contraction musculaire et la rigidité cadavérique ne sont que deux aspects d'un même processus; 10° qu'il n'existe pas de propriété vitale méritant le nom d'irritabilité.

LISTE DES AUTEURS

DES MÉMOIRES ORIGINAUX ET TRADUITS

DES TRAVAUX ANALYSÉS, ETC.

(Nos XXI A XXIV, 1863)

I. MÉMOIRES ORIGINAUX.

II. TRADUCTIONS.

III. ANALYSES ET REVUES.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LES Nos XXI A XXIV

(Vol. VI, 1868.)

TABLE

DES EXPLICATIONS DES FIGURES DES PLANCHES

INDIQUANT LES PAGES OU ELLES SE TROUVENT.

ERRATA.

NOTA. *Le lecteur est instamment prié de faire les corrections indiquées ci-dessous, car quelques-unes d'entr'elles ont une grande importance.*

Page 32, note,		*au lieu de*	ses vues,	*lisez* ces vues,
— 37, ligne	37	—	seconde	— minute.
— 45, —	8	—	conduit	— conduits.
— 116, —	17	—	dilatation	— constriction.
— 129, —	35	—	se transmettent	— s'opère.
— 138, —	27	—	en avant, en arrière de	— en avant et en arrière, à
— — —	32	—	était même	— était de même.
— 142, —	20	—	perspiration	— transpiration.
— 143, —	7	—	longitudinale	— presque longitudinale.
— 236, —	22	—	est le siége	— était le siége.
— 243, —	26	—	droite	— gauche.
— — —	27	—	gauche	— droite.

TABLE DES MATIÈRES DU N° XXIV

(Octobre 1863)

I. Mémoires originaux.

II. Mélanges.

III. Tables pour l'année 1863.

AUX LECTEURS DE CE JOURNAL.

Des nécessités impérieuses et, plus tard, une cause de profond chagrin ayant empêché le directeur de ce journal de lui donner toute l'attention qu'une telle œuvre réclame essentiellement, il en est résulté des retards considérables, et toujours croissants, dans l'apparition des numéros du journal depuis l'année 1860. Reconnaissant son impuissance à faire paraître à époque fixe, en France, un journal composé surtout de mémoires originaux, et ayant pour principal sinon pour unique objet la physiologie, le directeur se voit contraint de clore, par le numéro actuel, l'œuvre qu'il avait commencée en 1858. Il remercie bien vivement ses amis des Deux-Mondes qui l'ont aidé soit comme collaborateurs, soit comme souscripteurs. Il remercie surtout M. Balbiani, qui, par amitié pour lui et par amour pour la science, a bien voulu donner son temps et ses soins à la correction des épreuves, et à des traductions, des analyses, etc.

Paris, le 6 décembre 1865.

C.-E. BROWN-SÉQUARD.

PARIS. — J. CLAYE, IMPRIMEUR, RUE SAINT-BENOIT, 7.

Fig. 1.

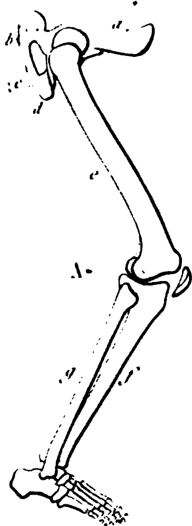
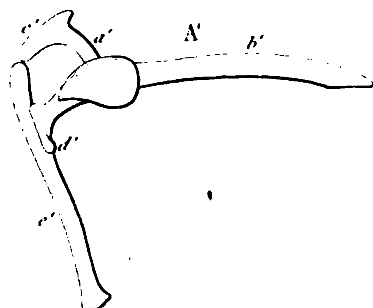


Fig. 2.



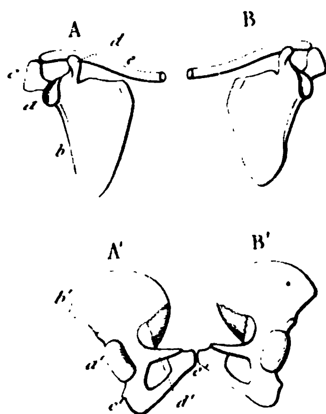
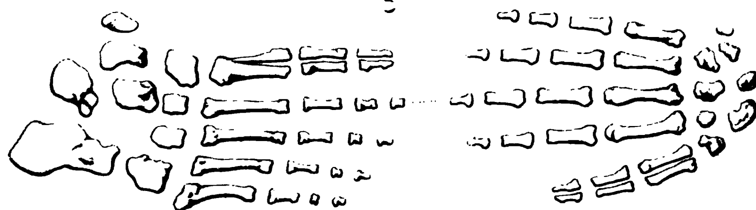


Fig. 3.



Fig. 4.



Debray



Fig. 1.

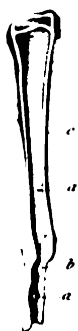


Fig. 2.

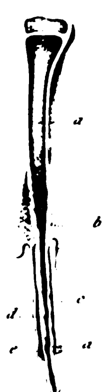


Fig. 3.



Fig. 4.

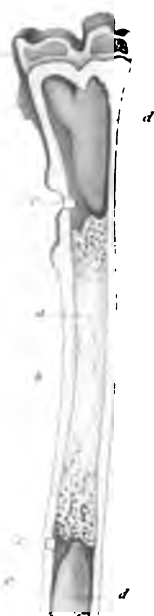


Fig. 5.



Fig. 7.

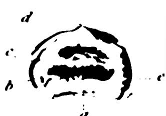


Fig. 9.



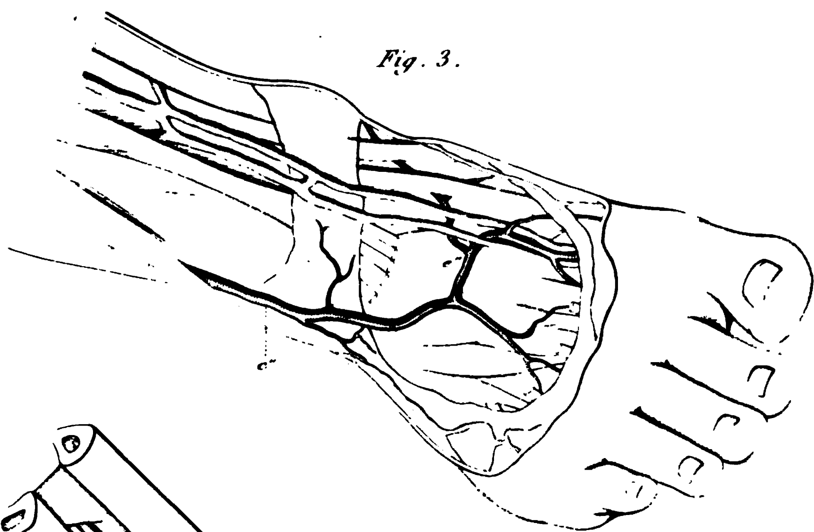
Fig. 8.

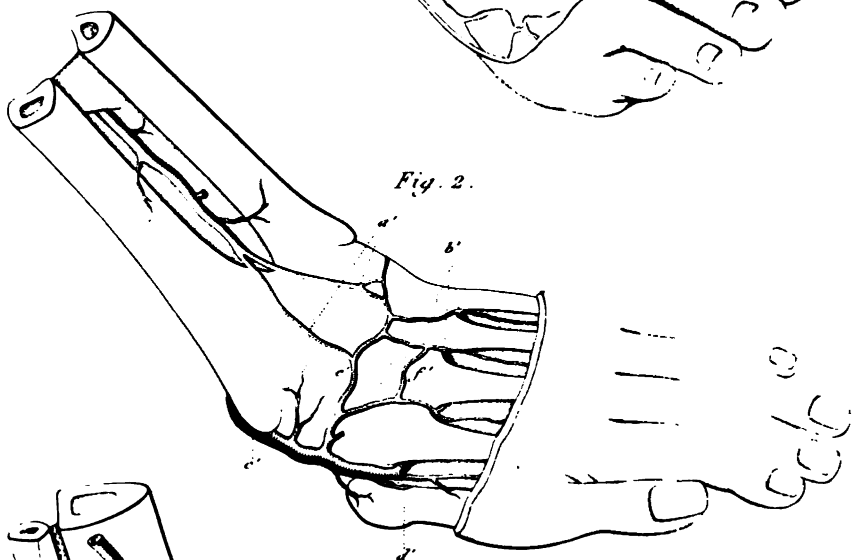


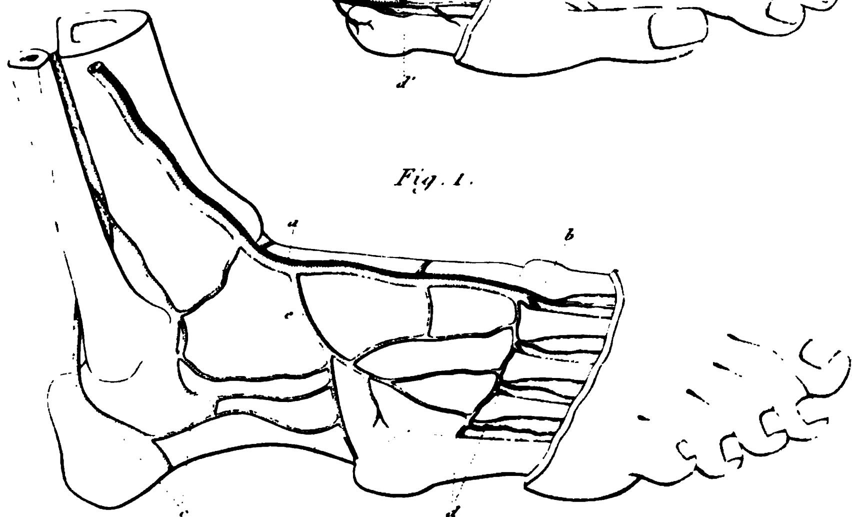
Fig. 6.



L. Tripier del. Debray







Follx del Debray

Fig. 1.

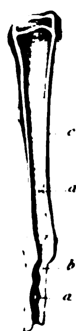


Fig. 2.

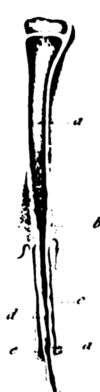


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 7.

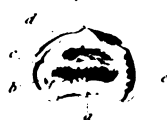


Fig. 9.

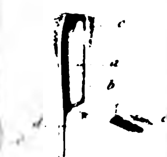


Fig. 8.

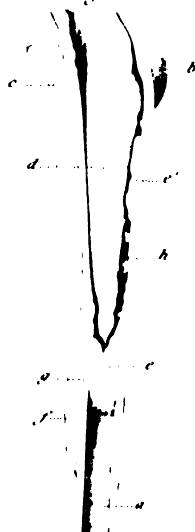
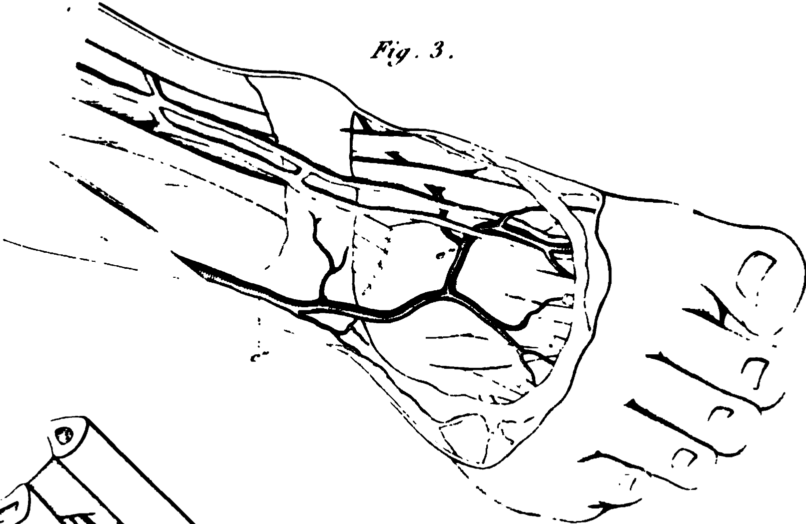
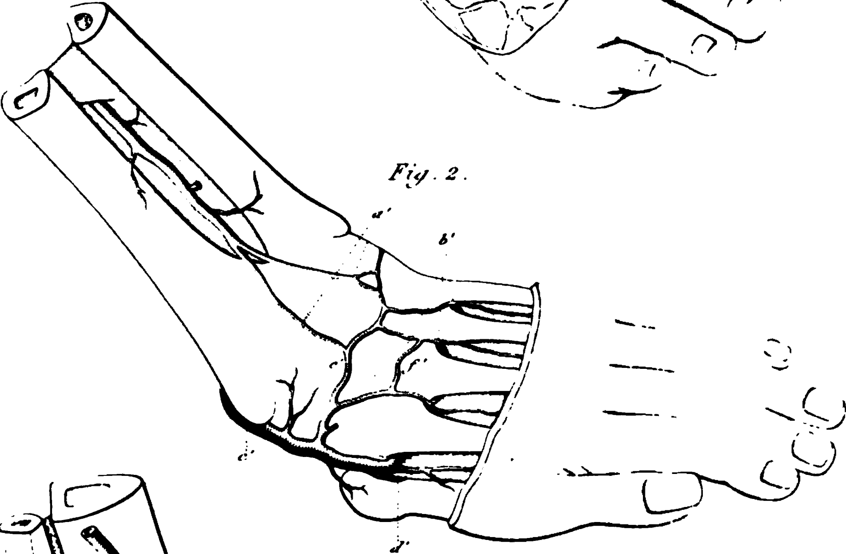


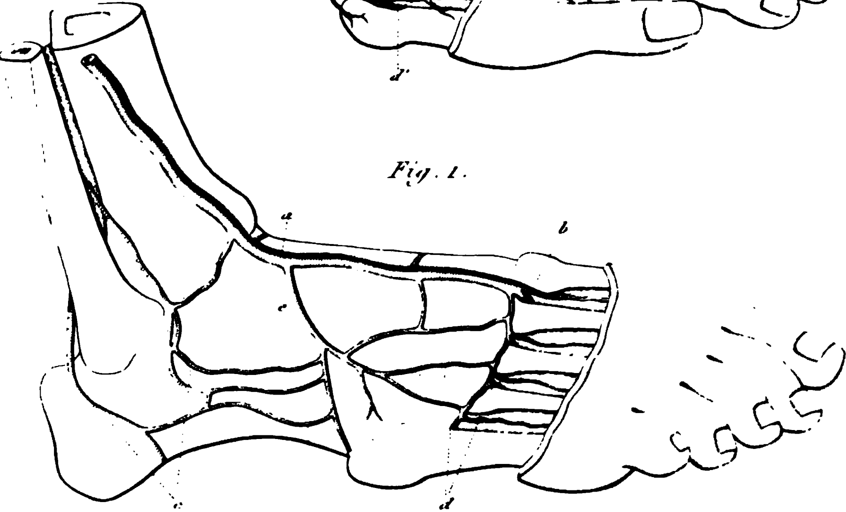
Fig. 6.



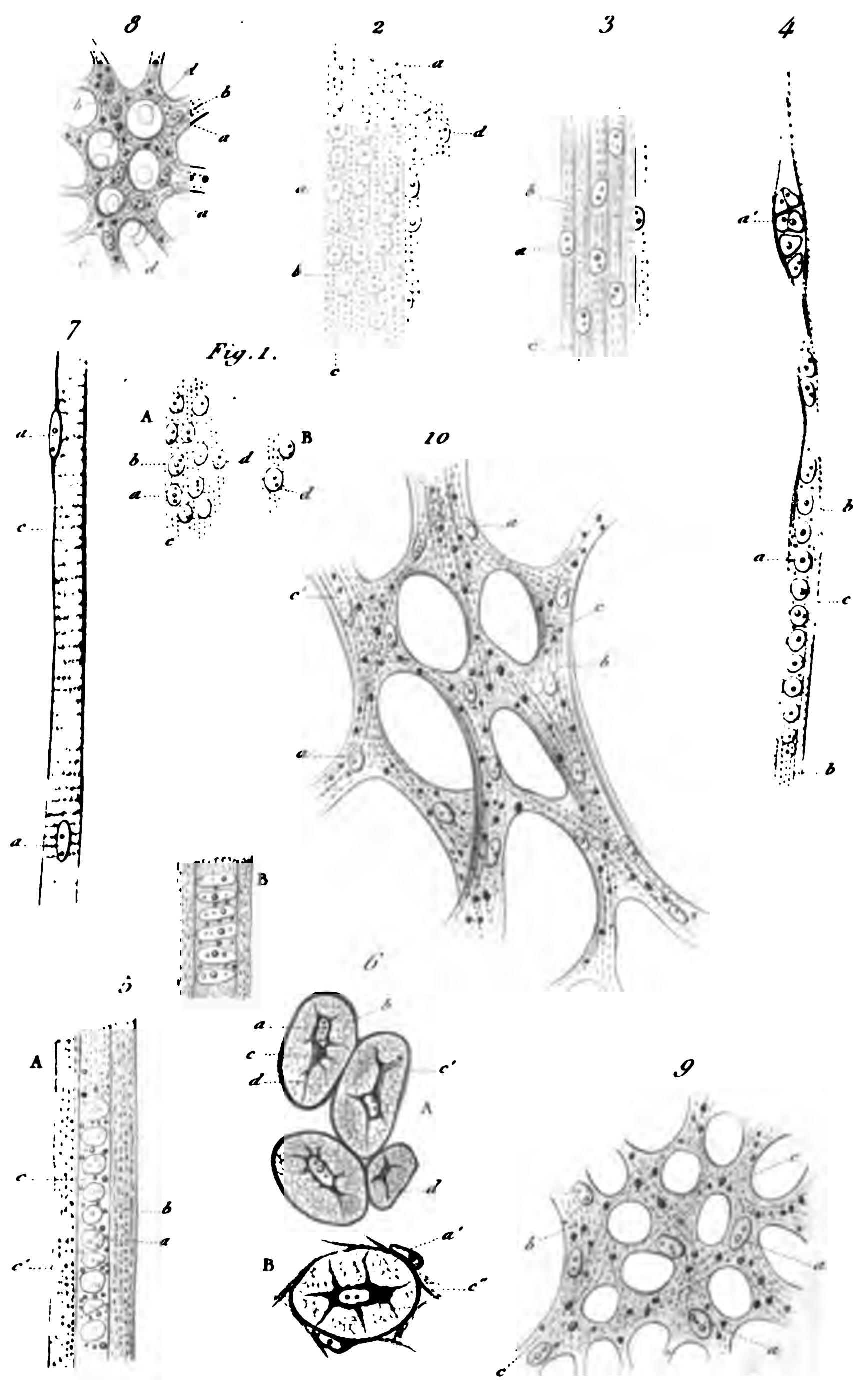
L. Tripier del. Debray sc.







Volz del. Debray sc.

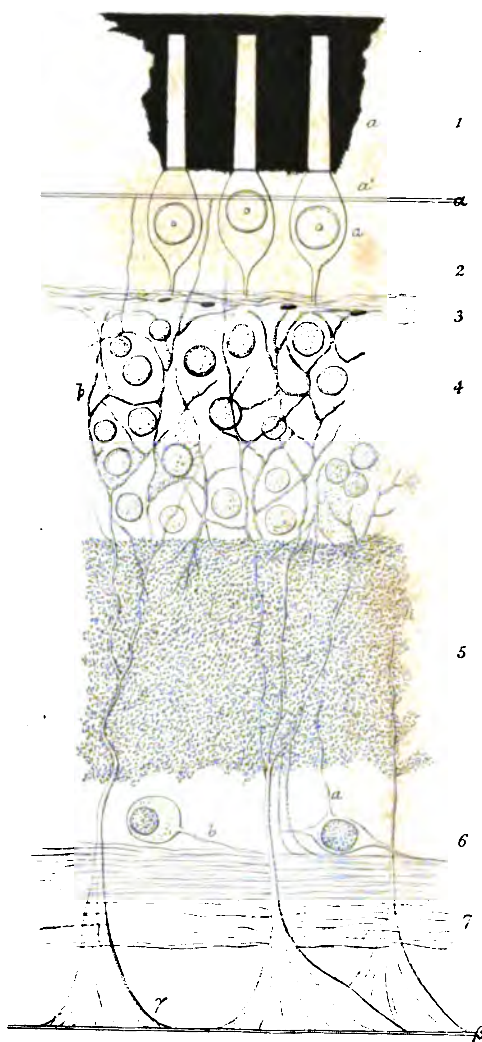


Rouget ad nat. del. Debray sc.

Fig: 1.

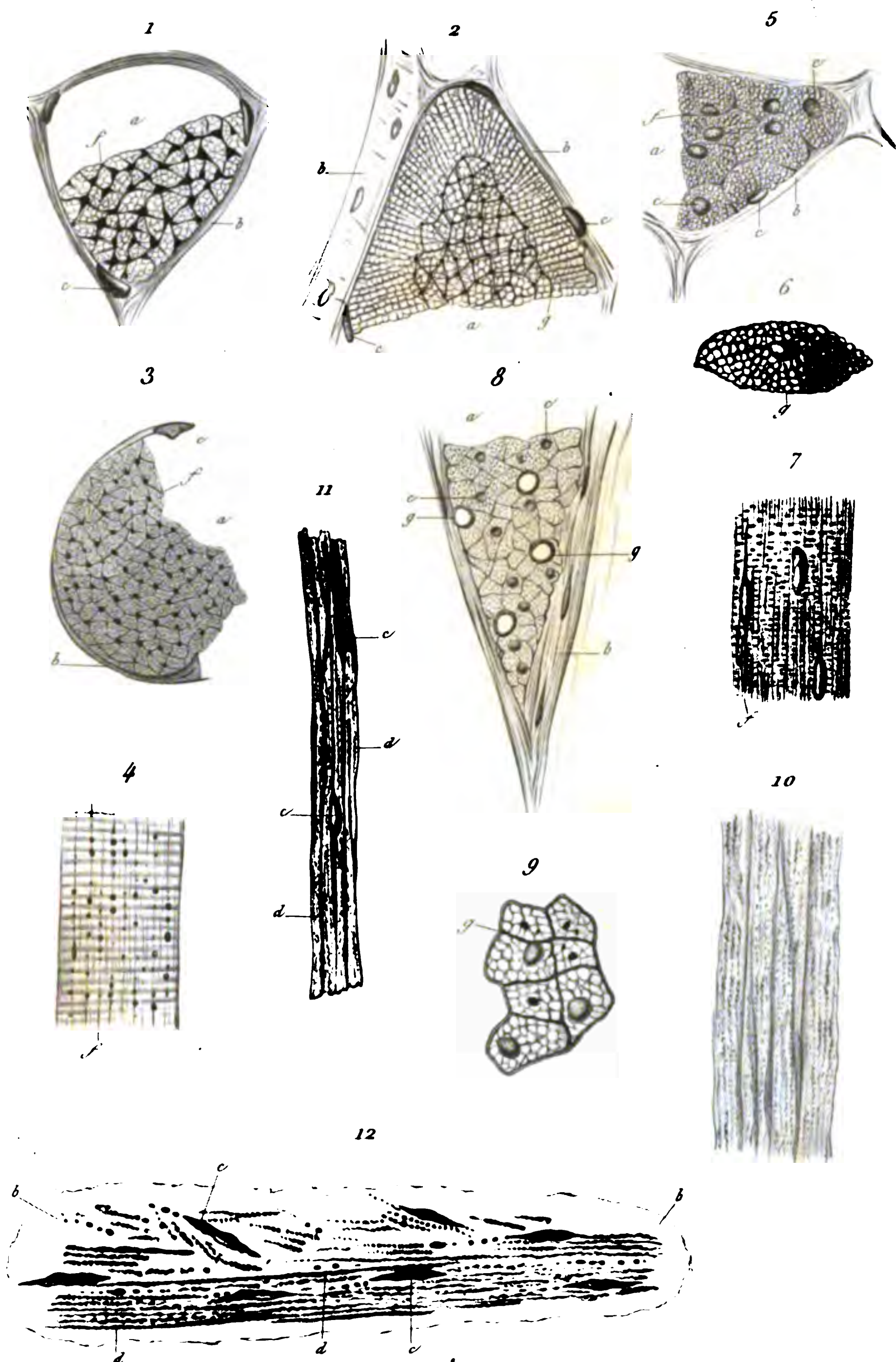


Fig: 4.

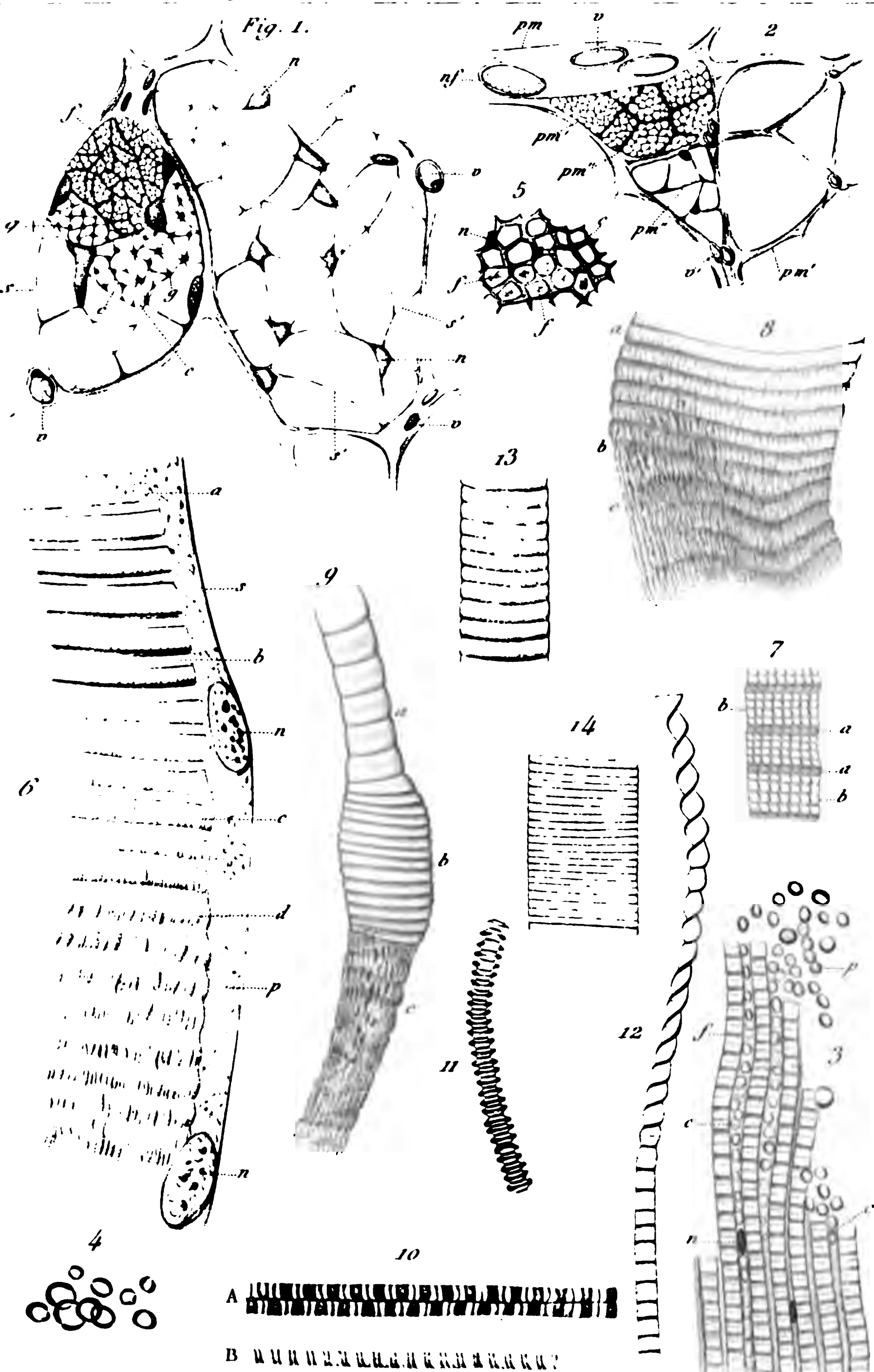


…del. Tuffen West sc.

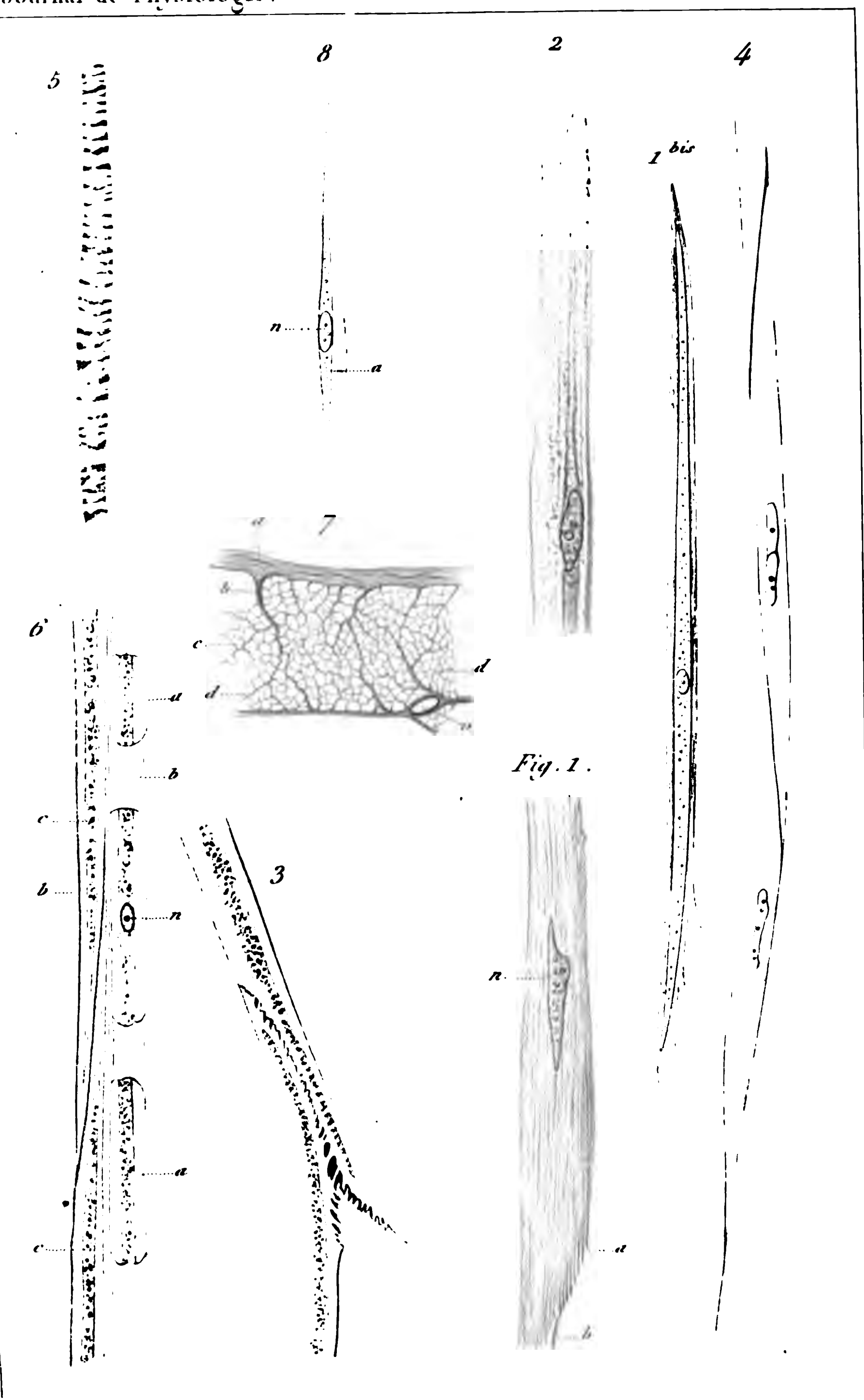
W. West imp.



Ch. Rouget ad nat. del.



Ch. Rouget ad nat. del. Debray sc.



Ch. Rouget ad nat. del. Debray sc.